

**Parallel hybrid drive system for a vehicle operates in purely electric mode in first and reverse gears and switches automatically to second drive mode when current threshold is exceeded**

**Publication number:** DE10140366 (A1)

**Publication date:** 2003-07-17

**Inventor(s):**

**Applicant(s):** MAY HEINZ [DE]

**Classification:**


- **International:** **B60K6/365; B60K6/387; B60K6/405; B60K6/48; B60K6/543; B60K6/547; B60W10/02; B60W10/06; B60W10/08; B60W20/00; F16H3/72; B60K6/00; B60W10/02; B60W10/06; B60W10/08; B60W20/00; F16H3/44; (IPC1-7): B60K6/02**

- **European:** **B60K6/365; B60K6/387; B60K6/405; B60K6/48; B60K6/543; B60W10/02; B60W10/06; B60W10/08; B60W20/00; F16H3/72E2**

**Application number:** DE20011040366 20010327

**Priority number(s):** DE20011040366 20010327

**Also published as:**

 DE10216301 (A1)

**Abstract of DE 10140366 (A1)**

The continuous drive system has a first operating mode which enables purely electric drive and complements the drive of the electric motor (6), only for reverse and first gears. When a current threshold is reached, the system uses the accelerator pedal (27) to switch automatically to second and third operating modes. A generator regulator determines the operating mode. If the current limit is reached in the new mode, the motor (6) is driven in a limited power mode with constant current regulation until a drive speed is reached which enables the direct gear to be switched off. By actuating the clutch, the system automatically switches to the fourth operating mode where the hybrid system is decoupled and the axle can be directly driven.

Data supplied from the **esp@cenet** database — Worldwide



①⑨ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 101 40 366 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**B 60 K 6/02**

②① Aktenzeichen: 101 40 366.6  
②② Anmeldetag: 27. 3. 2001  
④③ Offenlegungstag: 17. 7. 2003

**DE 101 40 366 A 1**

⑦① Anmelder:  
May, Heinz, Dipl.-Ing., 21717 Fredenbeck, DE

⑦② Erfinder:  
Erfinder wird später genannt werden

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑤④ Hybridantriebe für Kraftfahrzeuge

⑤⑦ Hybridsysteme, bei denen nur ein Differentialgetriebe zwischen Verbrennungsmotor und E-Motor für Leistungsver-schiebung sorgt, verfügen entweder über schlechte Wirkungsgrade bei Erreichen der Reisegeschwindigkeit, oder der Verbrennungsmotor kann nur eine Antriebsleistung verzweigen, die, aus Gründen der thermischen Grenzleistung, unterhalb des üblichen Standes der Technik liegt.

Bei meinen GDM-Systemen sorgen zwei wandlerfreie Gänge in den Systemgruppen E und F für die Behebung dieses Übels, indem ein Wechselgetriebe und eine Bremse drei Hauptfunktionsgruppen bilden.

1. Die Verzweigung der Antriebsleistung, gestützt auf den Wandler, erfolgt über das Differential zum Planetenradträger hin, der das Achsdifferential treibt.

2. Über die Bremse wird das Sonnenrad gebremst, so dass die Antriebsleistung, über K1 geführt auf das Sonnenrad gestützt, den Planetenradträger wandlerfrei antreibt.

3. Durch Öffnen der Bremse und Schließen der Kupplung wird das Differential kurzgeschlossen. Es entsteht der zweite wandlerfreie direkte Antrieb des Planetenradträgers.

E-Motor und Batterie sorgen zusätzlich für Aktions- bzw. Reaktionsleistung.

**DE 101 40 366 A 1**

## Beschreibung

[0001] Erfindungsgemäß wird unterschieden zwischen

1. Serien-Hybridsyten und
2. Parallel-Hybridsystemen.

[0002] Zur Merkmalsgruppe 1 gehört die ESR-Studie der Firma Mitsubishi ausgestellt 1993 auf der IAA Frankfurt.

[0003] Ein in diese Gruppe gehörendes Patent wird gehalten von der Magnetmotor Gesellschaft: Patent Nr. 4 000 678.

[0004] Zwei wesentliche Nachteile sprechen gegen die globale Verwendung dieser Systeme, auch dann, wenn sie verbessert werden.

– Es wird nur eine Achse angetrieben und zwar über Sekundärenergie. Sekundärenergie ist unwirtschaftlich. Sekundärenergie, der. "Steckdose" entnommen und bezogen auf Gas, ist um ein Vielfaches teurer als Primärenergie. Der Grund liegt bei den Generierungs-Umwandlungs- und Übertragungsverlusten.

– Bedingt durch den Serienantrieb addieren sich (Bool) algebraisch die Fehlerquellen. Fällt ein Glied in der Kette aus, fällt das Gesamtsystem aus. Das schwächste Glied in dieser Kette ist die Batterie. Ist sie defekt, kann das Gesamtsystem funktionslos werden, wodurch der in Hybridsystemen doppelt vorhandene Primär Antrieb seine Bedeutung als redundanter Fahrzeugantrieb verliert.

[0005] Sollen Begriffe wie Sicherheit und Verfügbarkeit im Zusammenhang mit zwei Hauptmaschinen, die bei Hybridsystemen vorhanden sind, realisiert werden, dann ist erfindungsgemäß von redundanten (wechselweise verfügbaren) Systemen auszugehen. Damit bietet sich der zweischichtige Fahrzeugantrieb auf der Basis der Merkmalsgruppe 2 in Form von Parallel-Hybridsystemen, an. Folgende Hybridsysteme sind bezogen auf das Spektrum der Merkmalsgruppe 2 bekannt:

Parallel-Hybrid-Systeme, dadurch gekennzeichnet, daß das Fahrzeug elektrisch durch vier E-Motore, die direkt mit den Antriebsrädern gekuppelt sind, angetrieben wird. Siehe hierzu u. a. die European Patent Application Nr. 0083 557.

[0006] Das bedeutet auf der einen Seite Aufwand, das bedeutet aber auch Sicherheit, weil der Erfinder eine ausreichende Redundance bei der Versorgung der Motore eingeplant hat. Das bedeutet leider nicht Wirtschaftlichkeit, denn die gesamte Antriebsenergie ist Sekundärenergie, die mit hohen Umformungsverlusten behaftet ist. Man macht keinen großen Fehler, wenn man sagt:

Sekundärenergie, in dieser Form verfügbar gemacht, bedeutet, daß man höchstens zwei Drittel der verfügbaren Primärenergie ausnutzen kann.

[0007] Um es genauer zu sagen: Mehr als ein Drittel der verfügbaren Antriebsleistung sind Umwandlungsverluste. Dies ist einer der Hauptgründe dafür, daß ein Patent wie dieses, daß 1982 entstand, sich nicht durchsetzt, denn Verluste können nur durch höheren Brennstoffverbrauch kompensiert werden und genau den will mau einsparen. Diese Feststellung gilt also nicht nur für Serien-Hybrid-Systeme, sondern auch für Parallel-Hybridsysteme der einfachen Ausführung.

[0008] Zu dieser Antriebsgruppe zählt auch die Erfindung der Firma Renault FR 2 742 100-A1.

[0009] Auch bei diesem Patent handelt es sich um ein Serienhybridsystem.

[0010] Dem gegenüber liegt der Schwerpunkt erfindungs-

gemäß in der, Verbesserung des Wirkungsgrades, durch 100%ige Abkopplung des Hilfskreises, gestützt auf die beiden E-Motoren (26 und 28), so dass der Verbrennungsmotor vom Hilfskreis getrennt wird und beide Antriebssysteme

5 parallel arbeiten können, dadurch gekennzeichnet, dass es Betriebsarten gibt, die es zumindest gestatten, das Fahrzeug rein elektrisch, mit den beiden E-Motoren antreiben zu können und den direkten, wandlerfreien, Antrieb über den Verbrennungsmotor allein nutzen zu können, damit die Umwandlungsverluste des Hilfskreises bei Reisegeschwindigkeit entfallen.

[0011] In Ergänzung dazu gibt es erfindungsgemäß noch weitere Betriebsarten, bei denen beide Antriebsmaschinen nach neuen Parallelhybridkonzepten so arbeiten, dass sich einerseits bei niedrigen Fahrzeuggeschwindigkeiten ein Parallelhybridkonzept ergibt, bei dem Leistung, die der Verbrennungsmotor aus kinematischen Gründen stufenlos nicht nutzen kann, über ein Verzweigungsgetriebe so aufgeteilt wird, dass sollwertabhängig überschüssige Antriebsleistung über Wandler so generiert wird, dass der oder die Hilfskreise damit eingeschränkt oder uneingeschränkt versorgt werden können, wodurch zwangsläufig unterschiedliche Antriebssysteme entstehen.

25 Andererseits bei Erreichen der Reisegeschwindigkeit und mit Aufschaltung des direkten wandlerfreien Ganges ein weiteres Hybridkonzept erfindungsgemäß sinnvoll wird, bei dem der oder die E-Motoren zur Abdeckung maximaler Beschleunigung in Ergänzung zur Leistung des Verbrennungsmotors aufgeschaltet werden.

[0012] Natürlich ist dieses Konzept mit Aufwand verbunden, zumal dann, wenn es sich um Allradkonzepte handelt, den Fahrzeughersteller gerne vermeiden möchten. Ein gutes Beispiel dafür ist das

35 Parallel-Hybridsystem des Audi Duo, mit dem Zugehörigen Patent: Nr. 3940 172.

[0013] Über ein gemeinsames Getriebe wird die gemeinsame Antriebsachse, wechselweise thermisch über den Verbrennungsmotor oder elektrisch über den E-Motor angetrieben.

40 [0014] Das ist in sofern ein Kompromiß, weil im Zentrum des Fahrzeugs ein sehr kompliziertes Vorgelege eingebaut ist, über das, wegen seiner Doppelfunktionen, viele Merkmalsgruppen miteinander verknüpft werden. Fällt eines dieser Systeme aus, ist das Gesamtsystem in Frage gestellt. In sofern ist der Audi Duo eigentlich kein Parallel-Hybridsystem, obwohl der reine thermische Antrieb uneingeschränkt vom elektrischen Antrieb erfolgt.

[0015] Ein weiterer Kompromiß des Audi Duos liegt darin, daß sowohl der (thermische) Verbrennungsmotor, als auch der elektrische Antrieb zum Stand der Technik gehören und im Vergleich zu dieser Anmeldung sich statistisch deswegen ein schlechterer Wirkungsgrad ergibt, weil die Antriebe zwar weitgehend eigenständig sind, bedingt durch das gemeinsame Getriebe, sich aber nicht ergänzen, wodurch der thermische Antrieb, stufg geschaltet, immer wieder erneuert und proportional zur Fahrzeuggeschwindigkeit geknüpft wird und daher in unwirtschaftlichen Drehzahl- und Leistungsbereichen betrieben werden muß.

60 [0016] Für den Duo ergeben sich Vorteile mit der Mehrfachnutzung des Getriebes und des E-Motors, dadurch daß der elektrische Antriebsmotor, auch gleichzeitig als Generator geschaltet, der Batterieaufladung dient, das Getriebe dabei immer und für alle Antriebsarten genutzt wird.

[0017] Damit ergibt sich auch ein wesentlicher Mangel dadurch, daß die Addition der beiden Antriebsleistungen, die in der elek-

trischen Unterstützung des thermischen Antriebs zu sehen ist, sich wegen des gemeinsamen Getriebes verbietet. Die Redundance der Antriebe ist daher durch das Getriebe eingeschränkt.

[0018] Ausgehend davon, dass beim Duo, die elektrische sowie die thermomechanische Betriebsart, bei niedrigen Fahrzeuggeschwindigkeiten, nahezu gleichwertig sind, ist eine große Batterikapazität erforderlich, wodurch sich auch ein übermäßig großes Batteriegewicht ergibt.

[0019] Aus diesem Grunde liegt meiner Anmeldung die Minimierung der Batterieleistung zugrunde, wodurch nicht nur die Batteriegewichte sekundär werden, sondern primär der Wirkungsgrad deswegen steigt, weil die Umwandlungsverluste dadurch minimiert werden, daß die Batteriekapazität, je nach Anwendungsfall durch diese Maßnahmen ebenfalls verringert wird.

[0020] Die Offenlegungsschrift der Firma Mazda DE 43 40 735 A1 passt zur Fig. 4 meiner Anmeldung. Sie favorisiert den hydraulisch gestützten Antrieb des Systems, Ausführlch wird ein Parallelhybridsystem über eine Hydrauliksteuerung definiert. Mein erfindungsgemäßes Integralgetriebe (40), dass differenzierte Teilleistungen wieder integriert, gibt es nicht. Ein Zusammenhang zwischen Steuerungs- und Regelungstechnik ist kaum erkennbar. Dies gilt besonders für den E-Antrieb. Der Antrieb über den angeblich möglichen Elektromotor (M) bzw. die E-Motore (MR) und (ML) sind zwar angedeutet worden, aber nicht weitergehend definiert.

[0021] Ebenfalls nicht erkennbar ist der ökonomisch sinnvolle Aspekt gekennzeichnet durch die 100%ige Abkoppelung des Hydraulikantriebes und damit der uneingeschränkte Direktantrieb, des Fahrzeugs durch den Motor (2).

[0022] Diese Antriebsart fehlt bei diesem Patent zwar nicht, denn der hydraulische Antriebszweig ist über das Magnetventil (VVH) und über den Pfad (23), ausgehend vom Ventil (17) entlastbar, das Hydrauliköl wird aber bei maximaler Drehzahl des Motors (2), ausgehend vom Direktantrieb, zu 100% im Kreis gepumpt, was sich auf den Wirkungsgrad der thermomechanischen Antriebsart erheblich verschlechternd auswirkt. Dies gilt besonders bei Reisegeschwindigkeit des Fahrzeugs, ausgehend vom Direktantrieb.

[0023] Auf Grund von Strömungsverlusten im Ventil (VVH) ist es sogar denkbar, dass der Druck im hydraulischen Speicher über das Ventil (17) geführt, erhöht wird und die Pumpe P damit auch gegen den Speicherdruck pumpen muß.

[0024] Dieser Hydraulikspeicher ist bei mir erfindungsgemäß nicht erforderlich, wodurch sich eine Wirkungsgradverbesserung im Vergleich zur Lösung von Mazda einstellt.

[0025] Bei meiner Anmeldung bezogen auf die hydraulisch gestützte Problemlösung gemäß Fig. 4, ist ausgehend von Fahrzeugbeschleunigung weder ein hydraulischer noch ein elektrischer Speicher erforderlich und somit entfallen hierfür auch die Umwandlungsverluste bezogen auf den Speicher.

[0026] Demgegenüber ist der elektrische Energiespeicher erfindungsgemäß dann erforderlich, wenn es um die Energierückgewinnung bei elektrischer Bremsung geht.

[0027] Parallelhybridsysteme sind durch die vielfältige Verfügbarkeit von zwei Antriebsmaschinen, generell geeignet für brennstoffeinsparende Antriebssysteme, zumal dann, wenn es Betriebsarten gibt, bei denen der (thermische) Verbrennungsmotor, freigeschaltet von der Fahrzeuggeschwindigkeit, mit Drehzahlen betrieben werden kann, bei denen sich optimale Verbrennung in Bereichen maximaler Drehmomente ergeben.

[0028] Parallelhybridsysteme, (der Entgegenhaltung 1) aufgebaut auf der Basis des Patentes 43 06 381, die stufen-

los angetrieben werden, verfügen dem Stand der Technik entsprechend, über zwei Antriebsmaschinen, den Verbrennungsmotor (3) und den E-Motor (6) und arbeiten in der Betriebsart 1 rein elektrisch und ausschließlich angetrieben über den E-Motor (6).

[0029] Die Betriebsart 2 ist für Stadtfahrt programmiert und arbeitet bezogen auf den Motor (3) leistungsbegrenzt.

[0030] Die Betriebsart 3 ist für Fernfahrt programmiert und ist auch leistungsbegrenzt bezogen auf den Motor (3), allerdings wird eine größere Antriebsleistung freigegeben.

[0031] In den Betriebsarten 2 und 3 ergeben sich zwei unterschiedliche Systemgruppen, die ich zur Unterscheidung C1 und D1 nennen will und die sich gestützt auf die Patentzeichnungen Fig. 2 und Fig. 3 dadurch unterscheiden, dass in der Sytemgruppe D1 die Antriebsleistung über ein und in der Systemgruppe C1 über zwei Differentiale verzweigt wird.

[0032] Das bedeutet aber nicht, daß die Nennleistungen der beiden Hauptantriebe (3 und 6) addiert verfügbar werden, sondern im Gegenteil, der thermische Antrieb (3) kann nur arbeiten, wenn dauernd elektrische Leistung über den Generator (5) generiert und das System dadurch über Leistungsverzweigungsgetriebe (4) dauernd stützt wird. Die dabei generierte Leistung wird dem Motor (6) zugeführt, der damit einerseits die Achse (2) antreibt und darüber hinaus noch die parallel dazu installierte Batterie laden muß.

[0033] Neben dem Vorteil des stufenlosen Antriebs entstehen dabei vier wesentliche Nachteile:

1. Man macht keinen großen Fehler, wenn man davon ausgeht, daß bei Reisegeschwindigkeit, Umwandlungsverluste in Höhe von 30% bezogen auf die Leistung des Motors (6) entstehen, weil das System sich bis zur maximalem Antriebsleistung auf den Hilfskreis bestehend aus Wandler (5) Motor (6) und die Batterie stützt, wodurch der Hauptanspruch der Anmeldung einen ökologisch sinnvollen Antrieb geschaffen zu haben verfehlt ist.

2. Die thermische Grenzleistung des Verzweigungspunktes (4) setzt dem System bezogen auf das D1 Konzept Leistungsgrenzen, bezogen auf den Motor (3), so dass dieser Motor aus physikalischen Gründen in seiner Leistung weit unterhalb jener Leistungen liegt, die bezogen auf den Stand der Technik und bezogen auf Pkws üblich ist, mit der Folge, dass der E-Motor (6) leistungstark sein muß, um fehlende Startmomente aufbringen zu können, wodurch sich erhöhte Batteriekapazität einstellt.

3. Ausgehend von kleinen Leistungen des Motors (3) und großen Drehmomenten für den Motor (6), ist auch ein Generator (5) erforderlich, der in etwa das Leistungsniveau des Motors (6) haben muß, wodurch der Vorteil der stufenlosen Leistungsverchiebung zwischen den Antriebsmaschinen (3) und (6), deswegen verloren geht, weil aus statistischen Gründen der Motor (3) viel zu lange im angehobenem Leistungsbereich arbeiten muß, um Zusatzleistung am Verzweigungspunkt (4) differenzieren zu können.

4. In der Betriebsart Fernfahrt wird wie bereits angedeutet die maximale Antriebsleistung gemäß Anspruch 2 nur zum Teil aufgehoben und zwar bis zu dem Punkt, der durch die Generatorleistung gestützt werden kann.

[0034] Demgegenüber stehen, erfindungsgemäße Fahrzeuggruppen A bis D, nach Leistungs- und Fahrzeuggewichtsklassen sortiert, zur Verfügung, aus denen sich im Vergleich zu vorgenannten Entgegenhaltungen die leistungsstarken Systemgruppen AB, C2 und D2 dadurch erge-

ben, dass sie zusätzlich zu den bereits beschriebenen Betriebsarten 1 bis 3 über die Betriebsart 4 verfügen, in der das Hybridkonzept zu Gunsten des direkten wandlerfreien Ganges weggeschaltet wird.

[0035] Hierdurch ergibt sich ganz besonders für die Fahrzeuggruppe D2 der doppelte Vorteil, dass einerseits Leistung, die aus physikalischen Gründen reduziert sein muß, spätestens mit der Aufschaltung des direkten Ganges freigegeben werden kann, wodurch Reisegeschwindigkeiten entstehen, die dem Stand der Technik entsprechen.

[0036] Andererseits ist die Betriebsart 4 erfindungsgemäß weitestgehend frei von Wandlerverlusten.

[0037] Wandlerverluste treten erst in der Betriebsart 5 auf, dann nämlich, wenn beide Antriebsmaschinen (3) und (6) ausgehend vom direkten Gang, das Fahrzeug gemeinsam antreiben und es wirtschaftlicher ist, diese Leistung über den Wandler (5) zu produzieren und damit die Leistungsreserven der Batterie zu schonen. Hierauf komme ich allerdings zurück, sobald die Grundlagen abschließend beschrieben sind.

[0038] Die Systemgruppen AB, C2 und D2 verfügen gegenüber dem Stand der Technik, nicht nur über direkt aufgeschaltete wandlerfreie Antriebsgänge, die sich rein zufällig ergeben, sondern über ein Geadyn-M-Betriebssystem (GDM-System) gesteuert werden, das nicht nur die Randbedingungen bei Umschaltkriterien sichert, sondern auch mit mindestens einem Generatorregler (21) so zusammenarbeitet, das sich dabei zwei elektronisch gesteuerte Betriebsarten ergeben, die zwar im ersten Moment als Ablösung der Betriebsarten 2 und 3 der Entgegenhaltung verstanden werden können, die sich aber nicht nach Schaltfolgen richten, sondern sich automatisch eingruppieren, dadurch gekennzeichnet, dass der Generatorregler (21) darüber entscheidet, ob in der Betriebsart 2 Spannungsregelung oder der Betriebsart 3 Stromregelung betrieben wird.

[0039] Die Eingruppierung erfolgt sollwertabhängig, ausgehend vom elektronischen Gaspedal (27) und gilt nicht nur für den reinen Hybridbereich, sondern für alle Betriebsarten und auch für den E-Motor (6).

[0040] Eine Umschaltung zwischen den Betriebsarten 2 und 3 erfolgt hardwaremäßige von der Betriebsart Spannungsregelung hin zur Stromregelung primär vom Generatorregler aus, die Reihenfolge ist aber nicht festgelegt.

[0041] Wird in der Betriebsart 1 bereits mit "Vollgas" gestartet und der Nennstrom des Motors (6) wird erreicht, dann beginnt die Betriebsart Stromregelung, in einem der Ausnahmefälle bereits in der Betriebsart 1 mit Stromregelung. Viel normaler ist aber ein Fahrzeug nicht mit Vollgas anzufahren und insofern wird das Fahrzeug in der Betriebsart 1 spannungsgeregelt betrieben gestartet.

[0042] Der Anspruch 3 der Entgegenhaltung 1 klingt bei oberflächlicher Betrachtung vernünftig, er mündet darin, dass für eine Phase der Stadtfahrt, insbesondere zum Beginn einer Stadtfahrt, der thermische Antriebsmotor (3) nicht betrieben wird, dass die gesamte Antriebsleistung von der Batterie für den elektrischen Antrieb (6) bereitgestellt wird und dass beizusätzlichem Leistungsbedarf der thermische Antrieb (3) mittels eines Kick-Down-Schalters gestartet wird. Das bedeutet dass erst bei Vollgas eine Umschaltung in die Betriebsart 2 erfolgt, weil die Erkennung feinfühligere Kriterien nicht besteht.

[0043] Geht man von derart größer Sollwertvorgabe aus, dass im Vergleich zur Entgegenhaltung 1 auch mit Vollgas gestartet wird, dann wird bereits mit einer einstellbaren Stromgrenze (30) von der Betriebsart 1 in die Betriebsart 3 umgeschaltet, die Betriebsart 2 wird dabei umgangen, wobei sich ausgehend vom Regler konstante Aktionsleistung am Wandler (5) in der Betriebsart Stromregelung dadurch er-

gibt, dass dem Betriebssystem über die Schnittstelle (33) diese Grenzleistung gemeldet wird, damit es eine Reaktionsleistung beim Motor (3) geführt über die Schnittstelle (24) ausregeln kann, dadurch gekennzeichnet, dass das Betriebssystem über den Sollwertsteller (35) dem Regler (22) Brennstofffüllungssollwerte (24) so vorgibt, dass die Nenn-drehzahl des Wandlers (5) konstant ausgeregelt werden kann. Um das zu ermöglichen, werden dem Betriebssystem über mindestens eine Schnittstelle Wandlerdrehzahlen (5') gemeldet.

[0044] Die Betriebsart Stromregelung gilt für alle Antriebsbereiche und Geschwindigkeiten dann, wenn einerseits über das Gaspedal (27) der Fig. 1 das Interface (37) des Geadyn-M-Systems ein Sollwert vorgegeben wird, der so groß ist, das das Betriebssystem einen Stromsollwert (30) ausgehend vom Sollwertsteller (35) so vorgibt dass der Motor (6) mindestens eines von möglichen zwei Bordnetzsystemen B so sehr belastet, dass über den im Wandler (5) eingebautem Stromwandler dem Regler (21) ein Strom-Ist. Wert zugeführt wird, der im Regler mit einem vom Geadyn-M-System geführten entsprechenden Sollwert verglichen wird, dadurch gekennzeichnet, dass bei unterschreiten des Generator-Nennstroms selbsttätig von Stromregelung auf Spannungsregelung umgeschaltet wird, wodurch sichergestellt wird, dass einerseits der Nennstrom nie überschritten wird, die Umschaltung aber nicht nur im Regler, sondern auch im Betriebssystem erfolgt, mit der Folge, dass dadurch einerseits eine ideale U-I-Kennlinienladung mit ganz normaler Ladekontrolle entsteht, andererseits aber auch die übrigen Merkmalsgruppen in Bezug auf ihre Steuerung und Regelung umgeschaltet werden.

[0045] In der Betriebsart Stromregelung besteht ein Überstromschutz, der zum Schutz des Wandlers (5) dann greift, wenn der Generatorstrom auf mehr als das 1,5 fache des Nennstromes steigt. Für den Fall, dass das Betriebssystem trotzdem die Überstrommeldung bekommt, muß es die Generatorerregung entweder bleibend abschalten und eine entsprechende Meldung ausgeben, oder aber die Meldung ausgeben und danach eine entsprechende Entriegelung vornehmen.

[0046] In der Betriebsart Spannungsregelung gibt das Geadyn-M-System (GDM-System) eine Spannung vor, die dem Regelpunkt der Batteriespannung entspricht, die aber unbeeinflusst von Drehzahl und Belastung des Wandlers (5) konstant gehalten wird. Über "Sensing" wird zur Entlastung, zum Beispiel bei Übertemperatur der Batterie, die Generatorspannung geringfügig abgesenkt werden. Der Regler hat PI-Verhalten und ist auf die Zeitkonstanten des Wandlers (5) abgestimmt, so dass sich ein stabiles Regelverhalten mit optimaler Ausregelcharakteristik ergibt.

[0047] Jede Fahrzeugautomatik benötigt einen Betriebsarten-Wahlhebel, erfindungsgemäß ist es der Wahlhebel (28), der mit Betätigung der Bremse (25) in die Stellung "D" geschoben wird. Ausgehend von dieser Konstellation gibt das Betriebssystem die Betriebsart 1 fest vor, bei der der Strom (30) dann "Null" ist und das Fahrzeug nicht angetrieben, sich durch die Bremse halten lässt, wenn das nicht gefällt, der kann dem Stand der Technik entsprechend einen Strom vorgeben, der das Fahrzeug vorantreibt, sobald die Bremse gelöst ist. Die gleiche Situation entsteht, wenn der Hebel auf "R" geschoben wird.

[0048] Erhöht man den Sollwert (27) in Fahrtrichtung "D", dann fährt das Fahrzeug solange reinelektrisch, bis der Nennstrom (30) erreicht ist und die Betriebsart 1 wechselt entweder nach 2 oder nach Betriebsart 3 dadurch gekennzeichnet dass jetzt zweierlei passiert

1. einerseits startet das Betriebssystem nicht nur den

Motor (3) automatisch, sondern auch der Wandler (5) wird jetzt durch das Bordnetz belastet. Er wandelt Antriebsleistung und produziert Ladestrom, wodurch Leistungsverchiebung im Bordnetz entsteht, dadurch gekennzeichnet, dass der Strom (30) jetzt nicht mehr nur noch von der Batterie aus geführt werden muß. Die Batterie wird entlastet und der Generator übernimmt einen Teil der Leistung, wodurch sich die Betriebsart 2 ergeben kann.

2. Ist der Sollwert aber zwischenzeitlich gestiegen, dann bleibt das System in der Betriebsart 3. In beiden Fällen entsteht ein ruckfreier Übergang von rein elektrischer Fahrweise hin zur Hybridfahrweise welche der beiden sich aber einstellt hängt von der Spontanität der Fahrweise und von den Kennlinien der Maschinen ab, die involviert sind.

[0049] Bezieht man diese Zusammenhänge auf die einzelnen Fahrzeugsystemgruppen, dann entstehen nachfolgend genannte Zusammenhänge und Vergleiche.

[0050] Hybridsysteme der Systemgruppe D1, mit nur einem Mittendifferential (4), verfügen einerseits bei niedrigen Fahrzeuggeschwindigkeiten, abgeleitet aus der leistungsbeschränkten Betriebsart Stadtfahrt, und andererseits bei Reisegeschwindigkeit und dauernd implementierten Wandler (5), über erhebliche Leistungsbeschränkungen an den Rädern (14), im Vergleich dazu können erfindungsgemäße Systemgruppen D2, bei gleichen Maximalleistungen der Motoren (3) und (6), bezogen auf die Betriebsarten 1 bis 3, einerseits das Fahrzeug sinnvoller beschleunigen, weil die Betriebsart 3 (Stromregelung) sowohl beim Start, als auch bei Erreichen der Reisegeschwindigkeit, wenn erforderlich, verfügbar sein kann und dann durch den direkten Gang, abgelöst, mit erhöhter Leistung des Motors (3), in der Betriebsart 4, frei von der thermischen Grenzleistung, mit Maximalgeschwindigkeit gefahren werden kann, dadurch gekennzeichnet, dass das Hybridsystem über das Zahnradpaar (4 und 9) ein in Fig. 2 nicht gezeigtes Achsdifferential (10) antreibt und ausgehend vom Überschreiten der Stromgrenze (30'), eine automatische Verschiebung, des Rades (9) dazu führt, dass der Antrieb nicht mehr über die Triebwerke (4) erfolgt, sondern eine neue Verbindung mit dem Antriebsrad (43) so erfolgt, dass jetzt die Achse (1), ausgeglichen über das Differential (10), erneut angetrieben wird, Fahrzeuge der Systemgruppe D2 können dabei nicht nur ausreichend beschleunigen, sondern mit besserem Wirkungsgrad auch eine höhere Fahrzeugendgeschwindigkeit erreichen.

[0051] Vergleicht man die Gruppe C1 und C2 bei Reisegeschwindigkeit miteinander, dann verbraucht die Gruppe C1 bezogen auf den E-Motor (6), 30% mehr an Leistung, weil die Umwandlungsverluste nicht abgeschaltet werden können. Weitere 30% ergeben sich dadurch, dass die Maximalleistung des Motors (3) reduziert ist und die Ausnutzung über den direkten Gang nicht möglich ist.

[0052] Demgegenüber steht der Aufwand, der in der Systemgruppe C2 erforderlich ist, um die Aufschaltung des direkten Ganges zu ermöglichen. Hierdurch ergibt sich die Vergleichsmöglichkeit, die sich mit dem Aufwand ergibt, der für konventionelle Automatikgetriebe getrieben wird, die durch einen hydrodynamischen Wandler gestützt werden.

[0053] Vergleicht man aber das C2 Modell als Allradkonzept mit einem konventionellen Quadroantrieb, der mit Automatikgetriebe ausgestattet ist, dann ergeben sich nicht nur erhebliche Unterschiede im Brennstoffverbrauch, der beim Quadroantrieb ansteigt, sondern auch der Aufwand steigt. Als da sind: Elektronisch gesteuerte Kraftverteilung, gekoppelt mit elektronischer Traktionshilfe EDS, reicht das nicht

aus, dann werden leichte Fahrfehler dem Stand der Technik entsprechend kompensiert durch ein ESP-System, wodurch zu Lasten des Leistungsverhältnisses auch das Preisverhältnis erheblich ansteigt, die Wirtschaftlichkeit aber abnimmt.

[0054] Geht man von der Systemgruppe D2 aus, und ist mit der viel zu kleinen Antriebsleistung des Motors (3) im Hybridbereich deswegen nicht zufrieden, weil die dem Stand der Technik entsprechende Startbeschleunigung zur Hauptsache vom E-Motor (6) aufgebracht werden muß, dann führt der bereits offengelegte Weg dieser Patentanmeldung über die Systemgruppen C2 und AB zu leistungsstarken Antrieben unter Einbeziehung des dualen, parallel liegenden Mittendifferentials (4) über die die Leistungsgrenzen des Motors (3) der Gruppe D2 aufgehoben werden. Doppelte Drehmomente, ausgehend von dem maximalem Drehmoment des Motors (3) gestatten die stufenlose Verzweigung des Antriebskonzepts über weite Drehzahlbereiche.

[0055] Neben der Parallelen Leistungsverzweigung über das duale Mittendifferential (4, 4') geeignet für drehmomentstarke langsamlaufende Dieselmotoren mit Leistungen, die auch den Nutzfahrzeugbereich (Busse) abdecken, bietet sich die Verzweigung ausgehend von standardmäßigen Automatikgetrieben an. Gedacht wird hierbei an die kinematische Schiene, bei denen der Wandler (5) gemäß Fig. 5 in 3 Stufen eingesetzt, zwei direkte wandlerfreie Antriebspfade generiert und dabei als Ersatz des hydrodynamischen Wandlers konventioneller Automatikgetriebe angesehen werden muß, dadurch gekennzeichnet, dass er nicht in Reihe des Antriebspfades, sondern, wie der Name dieser Anmeldung sagt, parallel dazu liegend, einerseits Leistung generiert, die rückgeführt über den E-Motor (6) zusätzlich dem Antrieb dient und andererseits stützende und leistungsverzweigende Aufgaben erfüllt, die zu zwei direkten Gängen mit unterschiedlichen Drehmomenten Drehzahlen und Leistungen führt.

[0056] Der vorgenannte Anspruch stützt sich einerseits auf die erfindungsgemäßen Betriebsarten Strom- und Spannungsregelung der Patentanmeldung DE 197 37 871 A1 und rundet andererseits die bereits offengelegten Gesichtspunkte in sinnvoller Weise ab, weil aufwendige Triebwerke (42) dann teilweise ersetzt werden durch leistungsfähige Bremsen und Kupplungen die dem Stand der Technik, zum Beispiel der des VW Passats entsprechen, dadurch gekennzeichnet dass bezogen auf das Automatikgetriebe, die Merkmalsgruppen des verfügbaren Getriebes, A bis D und F, (siehe anliegendes Kraftübertragungsschema des Passats, Nr. 37-0503) dann einschließlich des hydrodynamischen Wandlers (2) mit Überbrückungskupplung, zu Lasten eines neu an- oder einzubauenden Wandlers (5) entfallen können, der im Zusammenhang mit der abgeänderten, letzten, Planetenradstufe, stützend, leistungsverzweigend, vor Allem aber mit hohem Wirkungsgrad behaftet arbeiten kann, weil er bei den beiden direkten Gängen entweder kurzgeschlossen ist, oder umschaltbar Leistung generiert.

[0057] Welchen Sinn macht es, hydrodynamische Wandler in Automatikgetrieben durch elektrische Wandler zu ersetzen? Antwort:

Beide Antriebsmaschinen (3) und (6) sorgen gemeinsam für den parallelen Antrieb des Fahrzeugs, wodurch einerseits die Leistung des Motors (3) verringert werden kann und andererseits Zusatzleistung für Beschleunigung und Erhöhung der Geschwindigkeit auf Grund redundanter Verfügbarkeit entsteht und andererseits durch Mehrfachnutzung der elektrischen Maschinen zum Beispiel die Energierückgewinnung möglich wird.

[0058] Der Brennstoffverbrauch ist und muß bedingt einstellbar sein.

[0059] Der Wirkungsgrad ist besser als bei konventionellen Antrieben,

weil zwar der erste Gang und der Rückwärtsgang unwirtschaftlich sind, statistisch gesehen, aber die zugehörige Betriebsart 1 einen viel zu kleinen Bewertungsfaktor hat, als das dies zur Geltung kommt

weil der Motor (3) über in den Betriebsarten 1 bis 3, die der Stadtfahrt zugeordnet werden, weitgehend frei ist, von der Fahrzeuggeschwindigkeit, wodurch er in Bereichen optimaler Drehmomente und innerhalb der Kennlinien optimaler Verbrennung gehalten werden kann.

[0060] Weil es in Ergänzung zu den vorgenannten Betriebsarten 1 bis 3 die Betriebsarten 4 und 5 gibt, dadurch gekennzeichnet, dass es in diesem Bereich darum geht, den 1. wandlerfreien direkten Gang aufzuschalten, der dem dritten Gang konventioneller Fahrzeugantriebe entspricht und der auch noch im Geschwindigkeitsbereich "Stadtfahrt" liegend, der Reisegeschwindigkeit "Stadt" entspricht.

[0061] Die Betriebsart 6 ist die abschließende Direktantriebsphase, mit der Reisegeschwindigkeit wandlerfrei gehalten werden soll und kann.

[0062] In den Betriebsarten 7.1 und 7.2 wird die Addition der beiden Antriebsmaschinen (3) und (6) organisiert.

#### Zur Funktion

[0063] Der Motor (3) treibt die Welle (13) direkt Die Kupplung K1 entspricht der Leerlaufkupplung E des Automatikgetriebes (Passat N37-0503), sie verbindet die Welle (13) mit dem Hohkad (44) der Differentialstufe (4). Dieser Zustand entspricht der Merkmalsgruppe der letzten Stufe des konventionellen Automatikgetriebes.

[0064] Sie wird geschlossen, wenn der Wahlhebel (28) zusammen mit getretener Bremse (25) in die Stellung D gelegt wird. Beim Start des Fahrzeugs steht der Planetenradträger (45), gehalten durch das vorhandene Triebwerk des Passats, ausgehend vom Achsdifferential (3) und die Zahnräder (Z1 bis Z5). Z1 und ist dabei verbunden mit dem Planetenradträger (45). Auch diese Mechanik ist dem Original entnommen.

[0065] Über die Planetenräder (46) wird das Sonnenrad (47) in Gegenrichtung angetrieben. Das Sonnenrad treibt den Generator (5) auch in "Gegenrichtung".

[0066] Abgesehen von der Betriebsart 1 bei der nur der Motor (6) das Fahrzeug treibt, stützt der Generator (5) den Antrieb des Planetenrädgers (45) (erfindungsgemäß ?? (DE 197 37 871 A1)) unterschiedlich in den Betriebsarten 2 und 3 mit Strom- bzw Spannungsregelung gestützt auf unterschiedliche Batterieladekonzepte im Zusammenhang mit dem Bordnetz B.

[0067] Nach Einstellung des "eingeschwungenen Zustandes", in der Betriebsart Stromregelung, ergibt sich erfindungsgemäß Leistungsteilung am Leistungsverzweigungspunkt, ausgehend von der Merkmalsgruppe (44) hin zu (45) und (47) gestützt auf die Generatorkennleistung.

[0068] Ausgehend von konstanter Leistung am Planetenradträger (44), kann hier zusammen mit dem Motor (3), als auch am Generator (5) die Drehzahl ansteigen, nicht aber die Leistung. Leistungssteigerung erfolgt nur über den Motor (6) bis auch dieser seinen Nennstrom erreicht hat.

[0069] Mit dem Erreichen des Nennstrom endet die Betriebsart 3 und es kann die. Kupplung (K1) zusammen mit der Rücknahme der Brennstofffüllung (24) kurzzeitig geöffnet werden (Leerlauf bei Brennstofffüllungsreduzierung).

[0070] Natürlich geh das nicht ohne Beachtung der Zeitkonstanten. Der Regler (21) hat PI-Verhalten und ist auf Zeitkonstanten des Generators (5) abgestimmt. Hinzu kommt, dass das Geadyn-M-Überwachungssystem (GDM-

System) über die Schnittstelle (33) mit dem Regler verbunden ist.

[0071] Unter Beachtung der Zeitkonstante die der Generator benötigt um das Sonnenrad (47) abzubremesen entsteht die Betriebsart 4, durch Einlegen der Bremse (B2).

[0072] Ist der 4. Gang bei stehendem Generator ausgefahren erfolgt mit der Betriebsart 5 der Übergang zum letzten, wandlerfreien Direktantrieb dadurch gekennzeichnet, dass: Einleitend eine Leistungsverchiebung zu Gunsten des Motors (6) erfolgt, die Füllung (24) des Motors (3) wird dabei zurückgenommen.

Mehr oder weniger gleichzeitig werden Bremse (B2) und Kupplung K1 geöffnet.

Über die Rutschkupplung (K2) einerseits, den Wirkungsgrad des Differentials andererseits und mit dem Schließen der Kupplung (K1), wird der Wandler (5) in Gegenrichtung hochgefahren, in dem Maße, wie der Motor (3) bezüglich seiner Drehzahlanpassung verzögert wird.

Mit dem Abschluß dieses Prozesses übernimmt der Motor (3) durch Erhöhung des Füllungsollwertes (24) die Leistung des Motors (6) im Sinne der bestehenden Sollwertvorgabe und überträgt seine Leistung direkt und wandlerfrei, über das jetzt kurzgeschlossene Differential (4) auf den Planetenradträger (45), über den das Achsdifferential angetrieben wird.

[0073] Es erübrigt sich im Moment über weitergehende Details zu sprechen, weil es noch andere sinnvollere Betriebsarten und Einsatzmöglichkeiten geben sollte und auch gibt, denn das Abbremsen des Generators (5), sowohl als auch der Nutzungsgrad der elektrischen Maschinen (5) und (6) kann in der Betriebsart F besser gestaltet werden.

[0074] In der Betriebsart 4 der Fahrzeugsystemgruppe F geht der Kraftfluß ebenfalls über das durch K1 gekuppelte Hohrad (44), auf die Planetenräder (46), gestützt über das durch die Bremse (B2) gebremste Sonnenrad (47) und damit auf den Planetenradträger (45) und treibt damit, wie im Originalzustand und der Gruppe E auch, über die Zahnräder Z1 bis Z5 das vorhandene Achsdifferential, allerdings mit dem Unterschied, dass der Wandler (5) nicht zusammen mit dem Sonnenrad (47) gebremst, sondern über die Merkmalsgruppe (48) Fig. 6 abgekuppelt wird.

[0075] Wer diesen Aufwand treibt, der sucht zu Recht nach weitergehenden Nutzungsmöglichkeiten.

[0076] Somit ergeben sich neben der beschriebenen Variante, die ich F1 nennen möchte, zwei weitere, die F2 und F3 genannt werden sollen.

#### Zur Systemgruppe F

[0077] In der Systemgruppe F wird davon ausgegangen, dass zusätzlicher mechanischer Aufwand sich nur lohnen kann, wenn das Preis-Leistungsverhältnis stimmt.

[0078] Genau das stimmt, wie bekannt ist, beim Prius von Toyota nicht, denn der elektrische Maschinenpark, der Maschinen (5) und 6 verfügt zusammen über eine Leistung von 67 kW, während der thermische Antrieb (3) 53 kW stark ist.

[0079] Es ergibt sich daraus aber eine Spitzenleistung von höchstens 60 kW, die bei Reisegeschwindigkeit leicht auf 50 kW zusammenbricht. Es ist also fraglich über welchen Zeitraum die vorgegebene Geschwindigkeit von 160 km/h gehalten werden kann.

[0080] Geht man von der installierten Leistung von insgesamt 120 kW aus und bezieht darüber hinaus auch noch die schlechte Wirtschaftlichkeit ein, über die das System nun einmal verfügt, dann muß es in der Fahrzeugnippe F Variationen geben die sich rechnen, weil zwei Wechselgetriebe zusammen mit drei Antriebsmaschinen sovieler Konstellationen geben, dass eine dabei ist, die wirtschaftlich ist.

[0081] Der erste Schritt der daraus resultieren kann ist die Reduzierung der elektrischen Leistung.

[0082] In der Fahrzeuggruppe F2 wird diesbezüglich davon ausgegangen, dass die Maschinen (5) und (6) zusammen eine Leistung von  $2 \times 21 = 42$  kW haben sollen, wobei es sich jeweils um den Motor/Generator von Siemens handeln soll.

[0083] Zusammen mit einem 60 kW starken Motor (3) ergibt sich dann eine installierte Gesamtleistung von 102 kW.

[0084] Diese 102 kW können, bereits in der Betriebsart 4 verfügbar gemacht, gemeinsam das Fahrzeug antreiben dadurch gekennzeichnet, dass der Wandler (5), gemäß Fig. 6 als E-Motor geschaltet über die Räder (51/52) geschaltet über die Merkmalsgruppe (48) den Planetenradträger zusätzlich zum Motor (3) antreibt, während der Motor (6) zusätzlich für Beschleunigung sorgt.

[0085] Gleiches gilt für die Betriebsarten 7.1.

[0086] In der Betriebsart 7.2, die bei Vollgas gilt verfügt das System sogar über eine Kurzzeitleistung von 130 kW.

[0087] Selbst beim Start und am Ende der Betriebsart 1 ergibt sich für den reinelektrischen Antrieb eine theoretische Leistung von 70 kW. Spätestens hier ist Kritik angesagt, denn hier stimmt weder die Kinematik der Maschinen (5) und (6) noch stimmt das vereinbarte GDM-Betriebssystemkonzept, das derartige reinelektrische Antriebskonzepte für die die Batterie verhindert, weil sich für dieses Konzept eine zu große Batteriekapazität ergeben würde, was bezogen auf den Anspruch 1 dieser Erfindung unzulässig ist.

[0088] Die primäre Frage die sich daraus ergibt ist die, ob man denn gleich derart übertreiben muß, denn es gibt ja noch den Kompromiß dergestalt, dass es einerseits beim Generator (5) mit kleiner Leistung und andererseits beim Motor (6) bleibt, der dem Priuskonzept entspricht und der Wechselstrom von 33 kWn zwischen 940 und 2000/min liefert, ein Synchronmotor mit Permanenterregung ist, der über ein Drehmoment von 305 Nm zwischen Null und 940/min liefert.

[0089] In der Systemgruppe F3 wird darüber nachgedacht, ob es Sinn macht, wenn der Wandler (5) mit dem Beginn der Betriebsart 4 erneut als Generator arbeitet, wodurch der zweite Wechselrichter eingespart wird.

[0090] Die Leistung des Generators kann erheblich kleiner sein als beim Prius, weil der Hybrid-Arbeitsbereich nur ein Drittel des Arbeitsbereiches ausmacht, der vom Prius abgedeckt werden muß und weil bereits bei extrem kleinen Fahrzeuggeschwindigkeiten in den ersten direkten Gang geschaltet werden kann, der so ausgelegt sein sollte, dass damit der innerörtliche Verkehr abgedeckt werden kann.

[0091] Wird der Generator (5) ausgehend von der Betriebsart 3 kommend und ausgehend von der Betriebsart 4 über die Kupplung (K3) freigeschaltet, über die Kupplung (K4) geschaltet vom Zahntrieb (51/52) weiterversorgt und kann zur Entlastung der Batterie (26) den Motor (6) direkt versorgen, solange dies leistungsmäßig möglich ist. Wird hingegen vom Motor (6) Vollast oder Überlast verlangt, wird die Restenergie der Batterie entnommen. Geht die Leistung zurück kann der Wandler (5) Batterieladung durchführen, ein Konzept, dass nicht nur ökonomisch sondern erfindungsgemäß auch ökologisch ist, weil es ja das öko-Potential gibt, dass übermäßigen Brennstoffverbrauch vermeiden hilft, nicht aber bei Anforderung des Maximalwertes.

[0092] Hier wird dann kurzzeitig eine elektrische Antriebsleistung von 55 kW verfügbar, die bereits in der Betriebsart 4 mit Unterstützung des Motors (3) leicht auf 100 kW ansteigen kann, wenn die Batterie die dafür nötige ergänzende Leistung aufbringen kann und soll.

[0093] In dieser Konstellation wird dann vom Motor (3)

eine Leistung von 35 kW direkt wirksam gerechnet, während 25 kW in thermoelektrische Energie umgewandelt den Motor (5) zugeführt werden, wenn die Batterie kurzzeitig 30 kW liefern kann.

[0094] Ich gehe davon aus, dass der von mir schon definierte Nickel-Metall-Hydrat Akku mit einer Kapazität von 300 Ah mit 46 Batterieeinheiten, diese Leistung bei einer Spannung von 315 Volt nicht so ganz schafft, dennoch ist es eine erste Grundlage.

[0095] Gleiches gilt für die Betriebsart 7.2. Natürlich ist es wirtschaftlicher ausgehend von der Sollwertrücknahme wieder nur mit 55 kW des Motors (3) zu arbeiten, wobei das ruhig schlagartig gehen kann, denn der Leistungssprung erfolgt ja bei konstanter Drehzahl und der Motor (3) wird ja auch noch entlastet, weil der Generator (5) dann ja nur noch 5 kW für die Ladungserhaltung verbrauchen könnte.

[0096] Ich meine es macht dann Sinn, wenn man dabei alle Maschinen noch genauer unter die Lupe nimmt und die vorhandenen Leistungskennlinien aller Maschinen zugrunde legt.

[0097] Genauso wichtig ist es an die Wirkungsgrade zu denken, wobei es Sinn macht zu sagen: Der Wandler (5) verfügt über eine Nennleistung von 25 kW, die Gegen-EMK ist dann aber schon 30 kW, was gleichbedeutend ist mit einer höheren effektiven Antriebsleistung, weil das Differential 4 durch die Gegen-EMK gestützt wird. Durch diese Überlegungen kommt man auch zu Wirtschaftlichkeitsüberlegungen, des Teilbereiches und erkennt dann plötzlich, dass das nicht ausreicht, weil man die Generatorkennlinie nicht kennt.

#### Bezugszeichenliste

- 1 Vorderachse
- 2 Hinterachse
- 3 thermischer Antriebs (motor)
- 4 Mittendifferentiale
- 5 elektrische Wandler
- 6 elektrischer Antrieb (E-Motor)
- 7 Differential der Achse (2)
- 8 Hinterräder
- 9 Zaimradantrieb
- 10 Differential der Achse (1)
- 11 Kegellräder
- 13 gemeinsame Welle der Mittendifferentiale (4) und (4')
- 14 Vorderräder
- 15 Zahnräder
- 16 Sonnenradbuchse
- 17 Radfelge
- 18 Antriebswellen
- 19 Radnabe
- 20 Bremsen
- z1 bis z4 Zahnräder
- B redundante Bordnetze
- 21 Generatorregler
- 22 Brennstoffillungsregler
- 23 Sollwertsteller
- 24 Brennstoffillungssollwert (Rechner)
- 25 Bremspedal
- 26 Batterie
- 27 Gaspedal
- 28 Betriebsarten Wahlhebel
- 29 Bordnetzrechner
- 30 Sollwert E-Motor (6)
- 31 Brennstoffillungssollwert (Regler)
- 32 Serielle Rechnerkopplung
- 33 Sollwertvorgabe für Regler (21)
- 34 Stattaster für (3)



35 Zentralrechner  
 36 Kick-Down-Schalter (max. Leistung)  
 37 Interface  
 38 Öko-Schalter  
 40 Additionsgetriebe  
 41 Antrieb für (40)  
 42 A-Kupplung  
 43 Hauptantrieb (Zahnrad)  
 44 Hohlrad  
 45 Planetenradträger  
 46 Planetenräder  
 47 Sonnenrad  
 48 Wechselgetriebe (K3/K4)  
 K1 Kupplung K1  
 K2 Kupplung K2  
 K3 Kupplung K3  
 K4 Kupplung K4  
 B2 Bremse B2  
 49 Zahnrad  
 50 Hydraulikpumpe  
 51 Zahnrad  
 52 Zahnrad  
 53 Kupplungssteuerung  
 54 Kupplungssteuerung  
 60 Hydraulikmotor  
 61 Hydraulikleitung

#### Patentansprüche

1. Parallelhybridsysteme, aufgebaut auf der Basis des Patentes 43 06 381 C2, die stufenlos angetrieben werden, verfügen dem Stand der Technik entsprechend, über zwei Betriebsarten, Stadt- und Fernfahrt, gestützt in der Systemgruppe D1, gemäß Fig. 2 auf ein und in der Systemgruppe C1, gemäß Fig. 3, auf zwei Planetenradgetriebe (4), als Verteiler des Kraftflusses zwischen Verbrennungsmotor (3), den Antriebsrädern (14) und mindestens einen Generator (5), bei denen aus physikalischen Gründen, bezogen auf das Planetenradgetriebe Maximalleistungen zwar begrenzt werden müssen, Leistungsreduzierung, bezogen auf den Motor (3), generell bei Stadtfahrt eingeführt, aber unwirtschaftlich sind, denn im Vergleich zu konventionellen Fahrzeugantrieben fehlen diesem System die Gänge 1 bis 3, was durch eine entsprechend leistungsstarke E-Anlage, bestehend aus E-Motor (6) und Batterie kompensiert werden muß, Fahrzeuggruppen A bis D, demgegenüber sind nach Leistungsklassen sortiert verfügbar, aus denen sich die unterschiedlich leistungsstarken Systemgruppen AB, C2 und D2 ergeben, die gegenüber dem Stand der Technik, nicht nur über den direkt aufgeschalteten, wandlerfreien Antriebsgang der Betriebsart 4 verfügen, der bei Erreichen der Reisegeschwindigkeit, aufgeschaltet wird, sondern das GDM-Betriebssystem unterscheidet, sollwertabhängig über 3 automatisch zwischengeschaltete Betriebsarten, um mit geringer elektrischer Hilfsenergie den stufenlosen Antrieb sicher zu stellen, **dadurch gekennzeichnet**, dass die 1. Betriebsart, die den rein elektrischen Antrieb ermöglicht und auf den Antrieb des E-Motors (6) gestützt, alleine für den Rückwärts- und den ersten Vorwärtsgang sorgt, soll bei Erreichen der Stromgrenze (30), ausgehend vom Gaspedal (27) automatisch in die 2. oder 3. Betriebsart überwechseln, wobei der Generatorregler (21) bestimmt in welcher Betriebsart gefahren wird, wird auch hierbei die Stromgrenze (30) erneut erreicht, wird der Motor (6) solange mit Konstantstromregelung leistungsbegrenzt gefahren, bis jene Fahr-

zeuggeschwindigkeit erreicht ist, die die Aufschaltung des direkten Ganges ermöglicht, die Aufschaltung erfolgt in der Betriebsart 4 automatisch durch Betätigung der Kupplung (42), wobei das Hybridsystem abgekuppelt und ausgehend vom Zahnrad (43) und ein nicht dargestelltes Achsdifferential (10), die Achse (1), direkt und wandlerfrei, angetrieben wird.

2. Hybridsysteme gemäß Anspruch 1 verfügen über Merkmalsgruppen, über die sich die Nennstrom- und Überstromgrenzen der Motoren (5 und 6) einstellen lassen, diese Werkseinstellungen können in Ergänzung dazu durch den Fahrer, innerhalb fester Grenzen verstellt werden, so dass sich dadurch entweder ein ökonomisch sinnvolles, spontan reagierendes Betriebssystem ergibt, oder aber, zu Lasten der Beschleunigungswerte die Leistungsfähigkeit herabgesetzt werden kann, um ökologisch sinnvollere Betriebszustände zu erreichen dadurch gekennzeichnet, dass unabhängig von der Betriebsart ein Öko-Schalter (38) bzw. ein Öko-Potentiometer vorhanden ist, wodurch über das Interface (37) dem Rechner des Betriebssystems, neue Stromgrenzen vorgegeben werden, die erneut ausgegeben vom Sollwertsteller (35) auch eine entsprechende Stromgrenze (33) für den Regler (21) vorgeben die damit dann auch für den oder die Generatoren (5) gilt, die durch den Kick-down Schalter (36), mit dem Maximalleistung vorgegeben wird, zum Teil wieder aufgehoben werden können.

3. Hybridsysteme der Ansprüche 1 und 2 verfügen über die Betriebsart 5, in der sollwertabhängig beide Antriebsmaschinen (3) und (6) das Fahrzeug gemeinsam antreiben dadurch gekennzeichnet dass sich bei Anforderung maximaler Beschleunigungsleistung, ausgehend vom Pedal (27) und der zusätzlichen Betätigung des Kick-down-Schalters (36), eine Stromfreigabe erfolgt, bei der sich unabhängig von der Einstellung des Öko-Schalters (Öko-Poti) (38) gemäß Anspruch 2 wieder Nennstromgrenzen für die Motoren (5) und (6) ergeben, über die das Betriebssystem in die Betriebsart Stromregelung umschaltet, wenn dies bis dahin noch nicht erfolgt ist, wodurch auch eine Zurückschaltung in die Betriebsart 3 bei Bergfahrt vermieden wird, demgegenüber greift bei Sollwertrücknahme erneut die über das Öko-Potentiometer eingestellte herabgesetzte Stromgrenze, bei der der Iststrom (30) die eingestellte Grenze nicht überschreiten kann und eine Entlastung des Bordnetzes erfolgt, wodurch der Wandler (5) für die Batterieladung frei wird, wenn das erforderlich ist.

4. Hybridsysteme nach Anspruch 1 bis 3 können im unteren Geschwindigkeitsbereich und bei kleiner Sollwertvorgabe durch das Gaspedal (27) nicht nur rein elektrisch in der Betriebsart 1 angetrieben werden, sondern können statt dessen auch in der Betriebsart 2, über den nachrangig geregelten Verbrennungsmotor (3), umweltschonend gemäß Fig. 1 und völlig frei von der Fahrzeuggeschwindigkeit betrieben werden, dadurch gekennzeichnet, dass ausgehend vom Geadyn-M-Betriebssystem, (GDM-System) Brennstofffüllungssollwerte (24), gestützt durch den Rechner (35), so vorgegeben werden, dass der Motor (3) in möglichst niedrigen Drehzahlbereichen, mit optimalen Verbrennungswerten gefahren wird, wobei die erforderliche Aktionsleistung des Motors (3) verzweigt über die oder das Mittendifferential (4) sich stets im Gleichgewicht zur Antriebsleistung der Achse (1) und der jeweiligen Reaktionsleistung der oder des Generators (6) befindet, die Größe der Reaktionsleistung ergibt sich aus der je-

weiligen Belastung des Bordnetzes B durch den Motor (6) und die Batterien (26).

5. Hybridsysteme gemäß den Ansprüchen 1 bis 4 werden in der Betriebsart 2 solange automatisch betrieben, wie der Reaktionsstrom der oder des Generators (5) sich unterhalb der eingestellten Stromgrenze befindet und der oder die Generatorregler (21), Generatoren (5) in der Betriebsart Spannungsregelung betreiben die der U-Kennlinienladung der Batterie entspricht, wodurch sich ein Strom ergibt, der einerseits der Belastung durch das Bordnetz entspricht, der andererseits mit Erreichen des Nennstromes (eingestellter Strom) begrenzt wird, dadurch gekennzeichnet dass ausgehend von erhöhter Bordnetzbelastung des Bordnetzes B, hervorgerufen durch den Sollwertvorgebenden Motor (6), bei Überschreitung der Nennstromgrenze, nicht nur der entsprechende Regler (21) seine Betriebsart von Spannungsregelung auf Konstantstromregelung wechselt, sondern diesen Wechsel auch dem Zentralrechner über die Schnittstelle (33) mitteilt, wodurch auch das Betriebssystem des Fahrzeugs bezogen auf einen oder beide Regler, umschaltet auf die Betriebsart Stromregelung, was bedeutet, dass damit eine automatische Umschaltung in die Betriebsart 3 erfolgt ist.

6. Hybridsysteme gemäß den Ansprüchen 1 bis 5, können im unteren Geschwindigkeitsbereich nicht nur rein elektrisch in der Betriebsart 1 angetrieben werden, sondern können erfindungsgemäß und gemäß Fig. 1, im Gegensatz zu bekannten Hybridsystemen, bereits beim Start in der Betriebsart 3 arbeiten, wodurch maximale Drehmomente, auf mechanischem Wege, wandlergestützt an die Räder (14) abgegeben werden, dadurch gekennzeichnet, daß sich nicht nur maximale Aktionsleistung in Höhe der Nennleistung durch Stromregelung des oder der Wandler (5) ergibt, sondern auch das GDM-Betriebssystem, gestützt durch den Rechner (35), ausgehend vom Sollwertsteller (23), neue, der Betriebsart 3 entsprechende Brennstofffüllungssollwerte (24) so vorgibt, dass damit die Nenndrehzahl des entsprechenden Wandlers (5) konstant ausgeregelt werden kann, damit ist die Voraussetzung antriebsseitig gegeben, konstante Aktionsleistung zu produzieren, konstante Nennleistung kann aber nur solange generiert werden, wie die Gegen-EMK der Wandler (5) in gleicher Größe über das Bordnetz B verfügbar gemacht, vorhanden ist, bricht die Gegen-EMK auf Grund verminderter Sollwertvorgabe zusammen, erfolgt eine automatische Rückschaltung in die Betriebsart 2 und zwar völlig unabhängig von der Fahrzeuggeschwindigkeit, die wirkungsgradfördernde Betriebsart 2 ist also auch, oder gerade bei Erreichen der Reisegeschwindigkeit denkbar, solange die Drehzahl noch nicht erreicht ist, die für das Aufschalten des direkten Ganges (Betriebsart 4) vorprogrammiert ist.

7. Hybridsysteme gemäß Anspruch 1 bis 6 verfügen zu jeder Zeit über eine Leistungsverchiebung zwischen den Antriebsmaschinen (3) und (6), wobei auch Aktionsleistung ausgehend vom Sollwertgestützten Motor (6), erzeugt bei Fahrzeugbeschleunigung, genauso wie Reaktionsleistung des Motors (6), erzeugt durch elektrische Bremsung, ausgehend von Sollwertrücknahme, wechselseitig verzweigt wird, dadurch gekennzeichnet, dass sich einerseits durch Stützung über die Sonnenradbuchse (16) mit dem Zahnrad (24) und das Sonnenradpaar (z3, z2), hin zum antreibenden Zahnrad 21, ausgehend bei Beschleunigung von der Welle (13), eine Drehmomentstützung ergibt, über das oder die Gehäuse (4), die durch die Räder (14) gestützt

sind, wodurch es zu einem Drehmomentenausgleich zwischen der Welle (13), den Rädern (14) und den Wandlern (5) kommt, wobei einerseits die geregelte Aktionsleistung der Wandler (5) die Leistungsgrenze bestimmt und andererseits das System, ausgehend von der Umschaltung des Motors (6) zum Generator (6), ausgehend von Fahrzeugbeschleunigung jetzt Fahrzeugverzögerung produziert, gestützt auf die Batteriekapazität, der Batterien (26).

8. Hybridsysteme nach Anspruch 6, die in der Betriebsart 3 betrieben werden vertilgen bei einer bestimmten Fahrzeuggeschwindigkeit bezüglich ihrer Leistungsteilung erfindungsgemäß über einen "eingeschwungenen" Zustand der sich einerseits durch Leistungsteilung in Abhängigkeit vom Teilungsverhältnis des oder der Differentiale (4) für die Achse (1) ergibt und andererseits, ausgehend von der Optimierung der Betriebsart Stromregelung, bei der sich ein Kennlinienknick in der Leistungskennlinie ergibt, dadurch gekennzeichnet dass die Nenndrehzahl des Wandlers (5) konstant über den Füllungsollwert (24) geregelt wird, wodurch sich einerseits automatisch eine Leistungsbegrenzung für den Motor (3) ergibt, nicht aber eine Drehzahlbegrenzung andererseits wird dadurch auch der Motor (6) ausgehend von konstanter Neunleistung der Generatoren (5), wirtschaftlich versorgt, bei weitergehender steigender Sollwertvorgabe, erhöht sich jetzt automatisch nur noch der Motoristrom bis zur Sollstromgrenze (30), ist sie erreicht, wird automatische in den direkten Gang geschaltet, wodurch auch das Betriebssystem automatisch in die Betriebsart 4 umgeschaltet wird, durch die Einstellbarkeit der Stromgrenze (30), kann sich bei entsprechender Sollwertvorgabe, sowohl eine Leistungsreduzierung, als auch eine kurzzeitige Überbelastung des Motors (6) ergeben, wodurch nicht nur Beschleunigungswerte des Fahrzeugs, sondern auch Brennstoffverbräuche auch für diese Betriebsart leicht einstellbar werden.

9. Hybridsysteme gemäß der Ansprüche 1 bis 8 und der Systemgruppe D1, mit nur einem Mittendifferential (4), vertilgen einerseits bei niedrigen Fahrzeuggeschwindigkeiten, abgeleitet aus der leistungsbegrenzenden Betriebsart Stadtfahrt, und andererseits bei Reisegeschwindigkeit und dauernd implementierten Wandler (5), über erhebliche Leistungsbegrenzungen, im Vergleich dazu können erfindungsgemäße Systemgruppen D2, bei gleichen Maximalleistungen der Motoren (3) und (6), bezogen auf die Betriebsarten 1 bis 3, einerseits das Fahrzeug sinnvoller beschleunigen, weil mit Betriebsart 3 und Stromregelung schnell die zugehöriger Leistung des Motors (3) erreicht wird, wodurch maximale Drehmomente des Wandlers (5) über weite Geschwindigkeitsbereiche, konstant geregelt, verfügbar werden, mit Erreichen der Grenzleistung wird in den direkten Gang geschaltet, mit erhöhter Leistung des Motors (3), in der Betriebsart 4, wird frei von der thermischen Grenzleistung, mit Maximalgeschwindigkeit gefahren, dadurch gekennzeichnet, dass das Hybridsystem über das Zahnradpaar (4 und 9) ein in Fig. 2 nicht gezeigtes Achsdifferential (10) antreibt und ausgehend vom Überschreiten der Stromgrenze (30), eine automatische Verschiebung, des Rades (9) dazu führt, dass der Antrieb nicht mehr über die Triebwerke (4) erfolgt, sondern eine neue Verbindung mit dem Antriebsrad (43) so erfolgt, dass jetzt die Achse (1), ausgeglichen über das Differential (10), erneut angetrieben wird, Hybridsysteme der Systemgruppe D2 können dabei das Fahrzeug nicht nur ausreichend beschleunigen,

sondern auch mit besserem Wirkungsgrad behaftet, eine höhere Fahrzeugendgeschwindigkeit erreichen.

10. Hybridsysteme der Ansprüche 1 bis 8 und der Systemgruppe C1, mit zwei Mittendifferentialen (4 und 4') werden dem Stand der Technik entsprechend ebenfalls aber grundlos mit reduzierter Leistung des Motors (3) betrieben, um in der Betriebsart Stadtfahrt, den ökologischen Ansprüchen Rechnung zu tragen, dieser Gesichtspunkt ist deswegen falsch, weil der Motor (6), wenn erforderlich, fehlende Beschleunigungsleistung aufbringen muß, wobei unnötig Umwandlungsverluste entstehen, demgegenüber ist die Systemgruppe C2 gestützt auf die Ansprüche 1 bis 8 wirtschaftlicher, dadurch gekennzeichnet, dass Leistungsbegrenzung für den Motor (3), erst dann greift, wenn mit Bezug auf die Leistung der Systemgruppe D2, in der Betriebsart 3, die doppelte Leistung, ausgehend vom doppelt zulässigen Drehmoment, bei gleicher Drehzahl erreicht wird, erst mit Überschreiten dieser Leistungsgrenze, wird auch hier die thermische Grenzleistung an den Differentialen (4) überschritten, dementsprechend leistungsschwächer können Motor (6) und Batterie (26), ausgelegt werden, wenn Systeme gewünscht sind, die unterhalb der thermischen Leistungsgrenze liegen, eine Leistungs freigabe erfolgt auch hier mit der Betriebsart 4, dadurch, dass die Zahnräder (9 und 9'), die im Hybridkonzept durch die Zahnräder (4 und 4') angetrieben werden, im Umschaltfall so verschoben werden, dass ein in Fig. 2 nicht gezeigtes Achsdifferential (10), das vom Rad (43) angetrieben wird, jetzt über die Räder (9) die Steckachsen (1 und 1') treiben.

11. Hybridsysteme gemäß den Ansprüchen 1 bis 8 und der Systemgruppe AB, gestützt auf das duale Mittendifferential (4 und 4') gemäß Fig. 2, werden ergänzt, durch das Integralgetriebe (40, 40') gemäß Fig. 3 und 4, wodurch sich zwar ein erheblicher mechanischer Aufwand ergibt, bei dem sich aber ausgehend von niedrigeren Drehzahlen der LKW-Motoren weder Leistungsgrenzen beim Motor (3) ergeben, noch für die Fahrzeugbeschleunigung Batteriekapazität erforderlich wird, weil das Integralgetriebe (40) Teilleistungen, die an der Welle (1) aus kinematischen Gründen nicht genutzt werden können, mit Hilfe der hydraulischen Welle, gebildet durch die Wandler (50), über die Hydraulikleitungen (61), hin zu den Hydraulikmotoren (60 und 60') transformiert, dadurch gekennzeichnet, dass der Leistungssollwert, ausgehend vom elektronischen Gaspedal (27), einen Strom (30), gemäß Figur (1), durch den Zentralrechner (35) vorgibt, wodurch sich ausgehend vom Motor (6), eine Gegen-EMK, gestützt über das Triebwerk (40), aufbaut, die nicht nur die Räder (8) sollwertabhängig antreibt, sondern proportional dazu, auch ihr den entsprechenden Öldruck im Leitungssystem (61) sorgt, wodurch die Gesamtleistung, die vom Motor (6) ausgeht, zum einen, auf hydraulischem Wege ungeregelt auf die Wandler (50) übertragen wird und geregelt über die jeweilige Bordnetzbelastung ausgehend von den Ansprüchen 1 bis 8 über die Bordnetze (B und B') auch die Wandler (5 und 5') belastet, wodurch alle vier Wandler gemeinsam Aktions- bzw. Reaktionsleistung produzieren, durch die das duale Mittendifferential (4) über den E-Motor (6) eingespannt betrieben, gestützt und geregelt durch das GDM-Betriebssystem auch Aktions- und Reaktionsleistung beim Motor (3) erzwingen kann und zwar nicht nur bezogen auf die Fahrzeugbeschleunigungen, sondern auch dann, wenn durch Sollwertrücknahme der Strom (30) reduziert wird und sich eine "elektrische

Bremse" durch Batterieladung ergibt, kennzeichnend für die Systemgruppe AB ist, dass der Motor (6) bereits beim Start des Fahrzeugs mit Nenndrehzahl gedreht, auch Nennleistung den Bordnetzsystemen abverlangen kann, wodurch nicht nur die Wandler (5 und 5') Nennleistung generieren müssen, sondern ausgehend vom Integralgetriebe (40 und 40') sich in der hydraulischen Welle (61) ein entsprechender Reaktionsdruck (Nenn- druck) ausgehend von den Hydraulikmotoren (60 und 60') aufbaut, der die Hydraulikpumpen (50 und 50') entsprechend belastet, wodurch ohne wesentliche Schlupfverluste, eine feste Kopplung zwischen Motor (3) und den Achsen (1) und (2) entsteht und bei entsprechender Einstellung der Stromgrenzen Batteriekapazität bei Fahrzeugbeschleunigung nicht erforderlich ist, die Batteriekapazität daher nur im Zusammenhang mit optimaler Energierückgewinnung, ausgehend von Fahrzeugverzögerung, auszuliegen ist.

12. Hybridsysteme nach Anspruch 11 und bezogen auf die Fahrzeuggruppe A können als Sonderfall betrachtet werden, wenn die Betriebsart eines Linienbusses zugrundegelegt wird, bei der in regelmäßiger Folge Beschleunigungs- und Verzögerungsleistung anfällt, sie können, gemäß Fig. 4 auch ohne Aufschaltung des direkten Ganges wirtschaftlich arbeiten, dadurch gekennzeichnet, dass einerseits die Maximalleistung des Motors (3) auf die maximal zulässige Fahrzeuggeschwindigkeit abgestimmt ist und andererseits zusätzliche Batteriekapazität über das Bordnetz B der Klimatisierung des Fahrzeugs zugeführt wird.

13. Hybridsysteme gemäß den Ansprüchen 1 bis 11 sind entsprechend ihrer unterschiedlichen Leistungsfähigkeit erfindungsgemäß in die Systemgruppen AB C2 und D2 gegliedert, für die eine einheitliche Grundsoftware, implementiert im Zentralrechner (35), gleichermaßen wirksam gemacht, die kraftschlüssigen, integrierend wirkenden Effekte, die mit Bezug auf Anspruch 11 wirkungsgradfördernd herausgestellt wurden zum Teil auch auf die Systemgruppen C2 und D2 übertragen werden können, wenn optional und erweiternd zu diesen Ansprüchen auch die Wandler (5) als elektrische Maschinen betrachtet und zu E-Motoren (5) umfunktioniert werden, dass diese Motoren (5) dann sowohl Aktions- als auch Reaktionsleistung nicht nur generieren, sondern ausgehend von ihrer dann vorhandenen Vierquadrantenregelung, diese Leistungen auch erzeugen können, dadurch gekennzeichnet dass die Regler (21) durch Bordnetzrechner (29) ersetzt, die Systemgruppen dann über Mittendifferentiale verfügen, die wechselseitig eingespannt betrieben werden können, mit dem Ziel, dass sich dann nicht nur direkt vergleichbare Betriebszustände in allen Gruppen ergeben, sondern dass alle Systeme auch auf Antriebs- und Querstabilität ansprechbar werden, der zusätzliche, dann einheitliche Softwareaufwand wird dadurch nicht nur gerechtfertigt durch erweiterte Energierückgewinnung bei Sollwertrücknahme, ausgehend von den neuen Motoren (5), sondern auch durch die damit verbundene Antriebssicherheit, durch die erforderlich werdende Achsdifferenzialsperren ersetzt werden.

14. Hybridsysteme gemäß Anspruch 1 bis 13 verfügen über Drehzahlüberwachungen, der Wandler (5), die über die Schnittstellen (33) bzw. (33') dem Zentralrechner (35) verfügbar werden, wodurch die Drehzahlwerte im Zusammenhang mit dem Übergang von Spannungsregelung auf Stromregelung ausgegeben, von den Reglern (21), (Rechnern (29)) berechnen werden, zwei wichtige Gesichtspunkte stehen dabei im Vordergrund,

dadurch gekennzeichnet dass, einerseits das maximale Wandlerdrehmoment, im Zusammenhang mit der leistungsbegrenzenden Stromregelung der Wandler, nur bei Nenndrehzahl erreicht wird, andererseits beim Betriebsartenwechsel von Spannungsregelung auf Stromregelung, bei dem sich ein Kennlinien-Knick in der Leistungskennlinie der Wandler einstellt, sich auch ein Leistungsknick beim Antrieb (3) ergeben muß, der regelungstechnisch gut beherrschbar ist, wodurch es einfach ist, das System bei extremen Be- oder Entlastungen auf diesen Dehzahl-Bezugsbereich jederzeit zurück führen, wodurch das ursprünglich komplizierte Betriebssystem nach einfachen Gesichtspunkten einheitlich optimiert, stabilisiert und geregelt werden kann.

15. Hybridsysteme der Ansprüche 1 bis 14 die dem Umfang entsprechen, der am 04.03.99 offengelegt wurden, bilden nur eingeschränkt die Grundlage dieser neu hinzugekommenen Fahrzeugsystemgruppe E, die über zwei direkt aufschaltbare wandlerfreie Gänge verfügt und der Endstufe standardmäßiger Automatikgetriebe entsprechen, dadurch gekennzeichnet, dass das Sonnenrad (47) unabhängig vom Drehrichtungswechsel den Wandler (5) antreibt wodurch mit Ausnahme der Betriebsart 4 in der der erste direkte wandlerfreie Gang entsteht, Bordnetzleistung generiert und verzweigt und das Planetenradgetriebe durch die damit entstehende Gegen-EMK gestützt wird, ausgehend von dieser neuen Erkenntnis kann dieser Anspruch nicht unter der Anmeldenummer 197 37 871 geführt und verwaltet werden, umgekehrt ist es aber denkbar alle Ansprüche unter einer neuen Patentnummer zu verwalten, weil zum Beispiel die Betriebsarten 1 bis 3 auch hier gültig sind.

16. Hybridsysteme nach Anspruch 14 verfügen genau wie die Systeme AB, C2, und D2 über die Betriebsarten 2 und 3 in denen selbsttätig über einstellbare Stromgrenzen der Motoren (5) und (6), die automatische Betriebsartenwahl erfolgt, so dass auch das Öko- Potentiometer (36), dem Stand der Technik entspricht, nicht aber das Ergebnis, dadurch gekennzeichnet, dass in der Fahrzeug-Systemgruppe E die Betriebsart 3 annähernd dem Geschwindigkeitsbereich entspricht, der bei konventionellen Automatiksystemen der 2. bzw. der 3. Gang zugeordnet werden kann, so dass mit dem Ökopoti der statistische Brennstoffverbrauch im unteren Geschwindigkeitsbereich in der Stadt einstellbar wird, weil mit der Betriebsart 4 bereits der erste direkte wandlerfreie Gang geschaltet wird, der dem dritten Gang konventioneller Antriebe in etwa entspricht, was in etwa gleichbedeutend ist mit der Reisegeschwindigkeit in der Stadt, es ist also nicht falsch, wenn man der Fahrzeuggruppe E ein stufenloses Hybridkonzept "Stadtfahrt" zuordnet, bei dem erst bei Erreichen der erheblich eingeschränkten Reisegeschwindigkeit in den direkten Gang geschaltet wird.

17. Hybridsysteme nach Anspruch 15 und 16 verfügen über zwei Kupplungen (K1) und (K2) und über eine Bremse (B2) gemäß Fig. 5 wodurch ein Wechselgetriebe zusammen mit einem Differentialtrieb (4) entsteht, die Hybridfunktion der Betriebsarten 2 und 3 ist dadurch gekennzeichnet, dass der Antrieb wie gehabt, über die Welle (13) erfolgt und über die geschlossene Leerlaufkupplung (K1) geführt, das Differential (4) und mit ihm das Hohlrad (44) antreibt, der Kraftfluß wird jetzt über die Planetenräder (46) auf das Sonnenrad (47) gelenkt, wodurch der Generator (5) dann gedreht wird, wenn vorausgesetzt wird, dass der Plane-

tenradträger (45), der mit dem Achsdifferential der Achse (1) verbunden ist, durch die Bremse des Fahrers gehalten wird, wodurch einerseits Batterieladung erfolgt und andererseits eine Gegen-EMK am Sonnenrad (47) entsteht, die das Rad (47) antreibt, geht man von der Betriebsart 3 und Stromregelung aus, dann entspricht im ungünstigsten Falle die Antriebsleistung der Nennleistung des Wandlers (5), wenn der Motor (3) diese zugehörige Gesamtleistung aufbringt.

18. Hybridsysteme nach Anspruch 15 bis 17 erzielen den Übergang von der Betriebsart 3 zur Betriebsart 4 dadurch gekennzeichnet, dass die Bremse B2 geschlossen wird, wodurch das Sonnenrad (47) und der Generator (5) zum stehen kommt, so dass die Planetenräder (46) darauf abgestützt arbeiten und über den Abrollvorgang der Räder der Planetenradträger (45) angetrieben wird, ein Vorgang, den es zum Beispiel auch im standardmäßigen Automatikgetriebe des Passats gibt, allerdings mit dem Unterschied, dass dafür ein erheblich größerer mechanischer Aufwand getrieben werden muß.

19. Hybridsysteme gemäß 15 bis 18 der Fahrzeugsystemgruppe E, vertilgen in der Betriebsart 6 über einen weiteren direkten wandlerfreien Antrieb, der wie bei Standardautomatikgetrieben auch, durch den mechanischen Kurzschluß der Differentialstufe (4) erfolgt, dadurch gekennzeichnet, dass bei geöffneter Bremse B2 die Kupplungen (K1) und (K2) geschlossen sind (siehe Fig. 5).

20. Hybridantriebe gemäß Anspruch 15 bis 19 benötigen eine Synchronisationsphase in der Betriebsart (5), dadurch gekennzeichnet, dass einerseits die Bremse (B2) geöffnet und andererseits die Drehzahl des Motors (3), innerhalb sinnvoller Zeitkonstanten, soweit heruntergefahren wird, dass die Kupplung K2 bei annäherndem Synchronismus geschossen werden können.

21. Hybridsysteme der Ansprüche 15 bis 20 verfügen über die Betriebsart 7.1, die sich dann automatisch ergibt, wenn die angeforderte Leistung größer ist, als der Primärmotor (3) leisten kann, dadurch gekennzeichnet, dass der Motor (6) zusätzlich jene Leistung abgibt, die über das Öko-Potentiometer (38), ausgehend vom Sollstrom (30), eingestellt ist.

22. Hybridsysteme der Ansprüche 1 bis 21 verfügen optional über einen Tempomaten, der sich in seiner Funktion nur wenig unterscheidet von der Arbeitsweise, die sich aus dem Anspruch 21 ergibt, dadurch gekennzeichnet, dass die Drehzahlen und Ströme, der Maschinen (5) und (6) zum Zeitpunkt der Aufschaltung gemessen und gespeichert werden und die Fahrzeuggeschwindigkeit über den Strom (30) geregelt wird, wobei die Füllung (24) kontinuierlich solange angehoben wird, bis der Strom (30) klein genug ist, aber noch über eine regelfähige Größe verfügt, was bei Streckenfahrt dazu führen kann, dass der E-Motor (6) nur noch seine Leerlaufleistung aufbringen muß, steht der Öko-Schalter (38) aber auf "Öko" und wird eine für "Bergfahrt" zu große Sollgeschwindigkeit verlangt, dann wird entweder Alarm (über eine Blinklampe, Piepton) gegeben, oder der Fahrer gibt Vollgas und hebt die Betriebsart 7.1 dadurch auf.

23. Hybridsysteme gemäß der Ansprüche 1 bis 22 verfügen optional über einen wirtschaftlichen Tempomaten, dessen Wirtschaftlichkeit auf das Gesamtsystem Einfluß nimmt, weil einerseits das Gesamtsystem "intelligenter" gemacht wurde, dadurch gekennzeichnet, dass der Generatorregler (21) ersetzt wird durch einen Bordnetzrechner (29), der einerseits das PI-Verhalten

des Generatorreglers ersetzt, andererseits aber auch das D-Verhalten aus der Schnittstelle (30) auswertet, die ausgehend von spontaner Sollwertvorgabe über das Gaspedal (27) und darauf aufbauend auf Stromregelung umschaltet, um die Stoßbelastung primär und nicht sekundär abfangen zu können, gleiches gilt für die Wechselbeziehung zwischen dem Motor (3) und der Schnittstelle (24) gemäß Fig. 1 wodurch intelligente schnelle Leistungsverschiebung zu Gunsten sinnvoller Auslastung des Motors (3) erfolgt.

24. Hybridsysteme der Fahrzeuggruppen C2, D2 und E verfügen über einen E-Motor (6), der mit auf die gemeinsame Achse (1) wirkend arbeiten kann, der aber ausgehend von einem intelligenten Geadyn-M-Betriebssystem (GDM-System), auch die Achse (2) antreiben kann, wenn das Betriebssystem intelligent genug ist und über eine Stromregelung für den Motor (6) verfügt, die ausgehend von der Drehzahldifferenz der Räder, einen Schlupf an der Achse (2) verhindert, dadurch gekennzeichnet, dass die Maschinen (3) und (5) nachrangig über PI-Regelungen versorgt werden, demgegenüber reagiert der Motor (6) spontan mit D-Verhalten, bei Auftreten von Schlupf wird daher durch Rücknahme des Sollstroms (30) nicht nur der Schlupf im Antriebsbereich des Motors (6), sondern im Gesamtsystem verhindert, weil der Motor (6) über das Bordnetz B wirkend Sollwertsteller des Fahrzeugbetriebssystems ist, wenn D-Verhalten über das Gaspedal (27) gefordert wird, bezogen auf dieses Prinzip bleibt die Regelung des Motors (3) nachrangig, damit der erkannte Schlupf ausgeglichen werden kann.

25. Hybridsysteme gemäß Anspruch 15 bis 24 und der Fahrzeugsystemgruppe E verfügen über einen schlechten Wirkungsgrad im Übergangsbereich zum Beispiel ausgehend von der Betriebsart 3 hin zur Betriebsart 4, weil nicht nur das Sonnenrad (47) durch die Bremse (B2) abgebremst werden muß, sondern auch der Generator (5), der anschließend in den Betriebsarten 6 und 7 sogar wieder beschleunigt werden muß, diesen Nachteil verhindert die Fahrzeugsystemgruppe F, in der einerseits der Generator (5) komplett eingespart wird und in der andererseits der Motor (6) die Generatorfunktion, mit Unterstützung eines zusätzlichen Wechselgetriebes, mit erfüllt, wie der Fig. 6 zu entnehmen ist, dadurch gekennzeichnet, der mechanischen Triebwerksverbindung der Merkmalsgruppen (5) jetzt auch wechselweise durch elektrische Umschaltung der Merkmalsgruppe (6) zugeordnet wird, die über das Wechselgetriebe (48) auch mit dem Zahnrad (49) verbunden vom Sonnenrad (47) angetrieben wird, wodurch der neue Wandler (5) das System mit Aktions- oder Reaktionsleistung stützen kann, wenn vorausgesetzt wird, das darüber hinaus der Generatorregler (21) nicht nur ersetzt wird durch den Rechner (29), sondern das dieser Rechner auch im direkten Verbund mit dem Betriebssystem anzusehen ist, so dass Funktionen die der Sollwertführung (30') zugeordnet waren, auch vom Rechner (29) aus übernommen werden.

26. Hybridsysteme gemäß Anspruch 25 und Fig. 6 haben in der Fahrzeugsystemgruppe F und der Betriebsart 4 auch keine Generatorfunktion, weil der (Wandler) Generator (5) über das Wechselgetriebe (48) Fig. 6 und (48) und (48') entsprechend den Kupplungsfunktionen (K3) und (K4) gemäß Fig. 7 umgeschaltet wurde, dadurch gekennzeichnet, dass die Kupplung (K3) geöffnet wurde, so dass der Motor (3), gestützt über das von der Bremse (B2) gebremste Sonnenrad (47) über die Planetenräder (46) den Planetenradträger (45), direkt

und wandlerfrei den Planetenradträger (45) antreiben kann.

27. Hybridsysteme gemäß Anspruch 25 bis 26 haben in der Betriebsart 4 die Möglichkeit einer Unterstützung durch den Wandler (5) dadurch gekennzeichnet, dass der Wandler (5) sowohl mechanisch als auch elektrisch zum Motor (5), gestützt auf die Batterie (26), umfunktioniert wurde und über die Kupplung (K4) den Zahnradtrieb (51/52) antreibt, wodurch der Planetenradträger (45) nicht nur in der Betriebsart 4, direkt vom Motor (3), sondern ab der Betriebsart 4 zusätzlich, elektrisch durch den Motor (5) angetrieben werden, wenn Spitzenleistung erforderlich wird, so dass ab der Betriebsart 4 die Nennleistung beider Maschinen (3) und (5) zusammen den Planetenträger (45) und damit das Achsdifferential antreiben können, bezieht man diese Leistungsfähigkeit auf den Stand der Technik, dann kann dieser Antrieb bereits im dritten Gang (Betriebsart 4) 53 plus 33 kW gleich 86 kW Antriebsleistung verfügbar machen, demgegenüber können höchstens 50 kW mobilisiert werden, wenn der derzeitige Stand der Technik berücksichtigt wird, bei der die Addition der beiden Maschinenleistungen (3) und (6) nicht möglich ist.

28. Hybridsysteme gemäß Anspruch 27 die in der Betriebsart 4 betrieben werden, fahren in einem Gang, der dem dritten Gang konventioneller Antriebe entsprechen kann, sie benötigen eine Betriebsart 5, in der der Übergang geschaffen wird, hin zum übersetzungsfreien direkten Gang der Betriebsart 6, in der Betriebsart 5 werden daher die Kupplungen (K1) und (K2) geschlossen und die Bremse (B2) wird geöffnet, das geht natürlich nur mit sinnvoller Synchronisation dadurch gekennzeichnet, dass einerseits der Motor (5) dem Sollwert entsprechende Antriebsleistung übernimmt und auf das Rad (51) überträgt und beim Motor (3) der Füllungsollwert (24) so zurückgenommen wird, dass der Kurzschluß des Verzweigungsgetriebes, gebildet aus den Merkmalsgruppen (45 bis (47) ruckfrei erfolgen kann.

29. Hybridsysteme der Ansprüche 26 bis 28 verfügen über ein Wechselgetriebe (48), dass vom Prinzip her den Kupplungsfunktionen (K1) und (K2) entspricht, wie der Patentzeichnung Fig. 7 zu entnehmen ist, hier sorgen die Kupplungen (K3) und (K4) wechselweise für die Antriebsverbindungen dadurch gekennzeichnet, dass ausgehend vom Zahnrad (49) der Wandler (5) im Generatorbetrieb läuft, wenn die Kupplung (K3) geschlossen wurde, ist hingegen die Kupplung (K4) geschlossen, dann kann der Motor (5) allein oder zusätzlich das Fahrzeug antreiben, sind beide Kupplungen offen, dann ist ausgehend vom Öko-Schalter auch der Generator abgekuppelt, was in der Betriebsart 4 sinnvoll ist.

30. Hybridsysteme der Ansprüche 25 bis 29 verfügen über die Betriebsart 7.2, die dadurch entsteht, dass bei Vollgas der Kick-down-Schalter (36) betätigt wird, der uneingeschränkt Maximalleistung für den Motor (5) vorgibt, dadurch gekennzeichnet, dass mögliche Stromgrenzen beim Wandler (5) aufgehoben werden, so dass dieser Motor Nennleistung abgeben kann, solange, die Batterie (26) das verkraften kann, ökonomische Fahrweise ist angesagt, denn andernfalls sorgt das Geadyn-M-Betriebssystem (GDM-System) zum Beispiel in der Betriebsart 4 für Batterieladung, ungeachtet dessen kann in der Betriebsart 7.2 eine Endgeschwindigkeit erreicht werden die höher liegt als der Motor (3) dies alleine schaffen könnte, wo sie liegt, ist abhängig

von der Grenzdrehzahl des Triebwerks (4), die Automatik ist daher leistungsfähiger als Systeme, die auf der Basis von CVT-Getrieben arbeiten.

31. Bei Hybridsystemen Anspruch 25 bis 30, der Systemgruppe F wird Mehraufwand getrieben durch das Wechselgetriebe (48), das sich im Wesentlichen durch die Wechselbeziehungen der Kupplungen (K3/K4) ergibt, diese Wechselbeziehungen werden ergänzt durch das Vorhandensein des Wechselgetriebes (K1/K2/B2), wodurch sich eine multifunktionale Merkmalsgruppe F2 ergibt, dadurch gekennzeichnet, dass der Wandler (5) ab der Betriebsart 4 als Motor (5) arbeitet und den Antrieb des Planetenradträgers unterstützt, wenn das erforderlich ist, der bei Fahrzeugverzögerung ergänzend als Generator arbeitend für Energierückgewinnung sorgt.

32. Hybridsysteme gemäß Anspruch 31 und der Betriebsart F2 erlauben die Schlußfolgerung der Leistungsreduzierung, wenn Motore (3/5/6) sich die Arbeit teilen, auf der anderen Seite steht Mehraufwand für die Motor/Generatorfunktion des Wandlers (5) in der Systemgruppe F3 ist Leistungsreduzierung des Wandlers (5) auf Grund von Mehrfachnutzung ohne aufwendige Motorfunktion möglich, dadurch gekennzeichnet, dass der Generator (5) sowohl in den Betriebsarten 2 und 3 als auch in den Betriebsarten 5 bis 7 als Generator genutzt, einerseits erlaubt, höhere Ströme (30) zuzulassen, ohne dass dabei die Batterie überfordert wird, andererseits aber fast jeder Betriebsart eine Batterieerhaltungs-Ladungsphase zugeordnet werden kann.

---

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

---

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

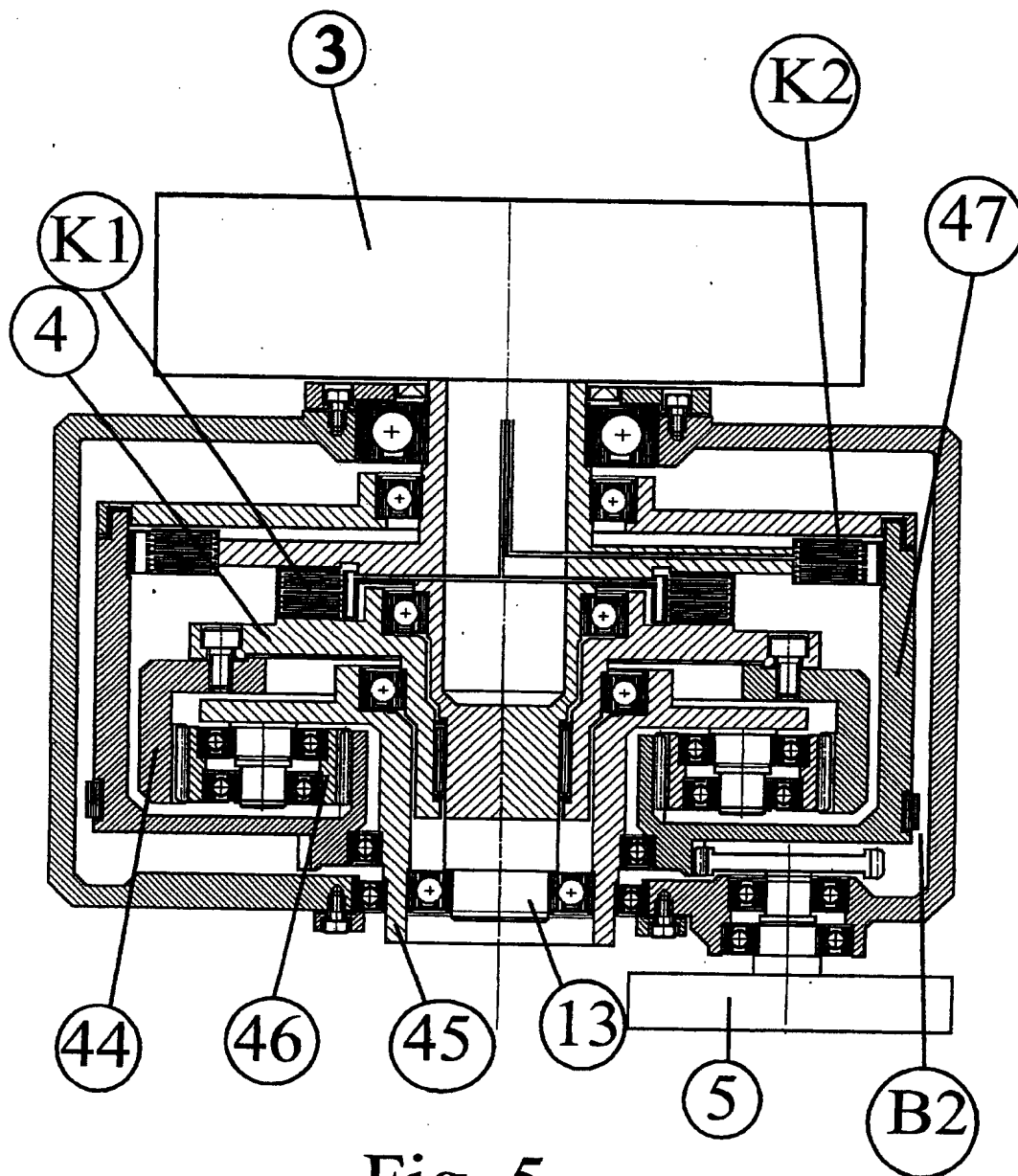


Fig. 5



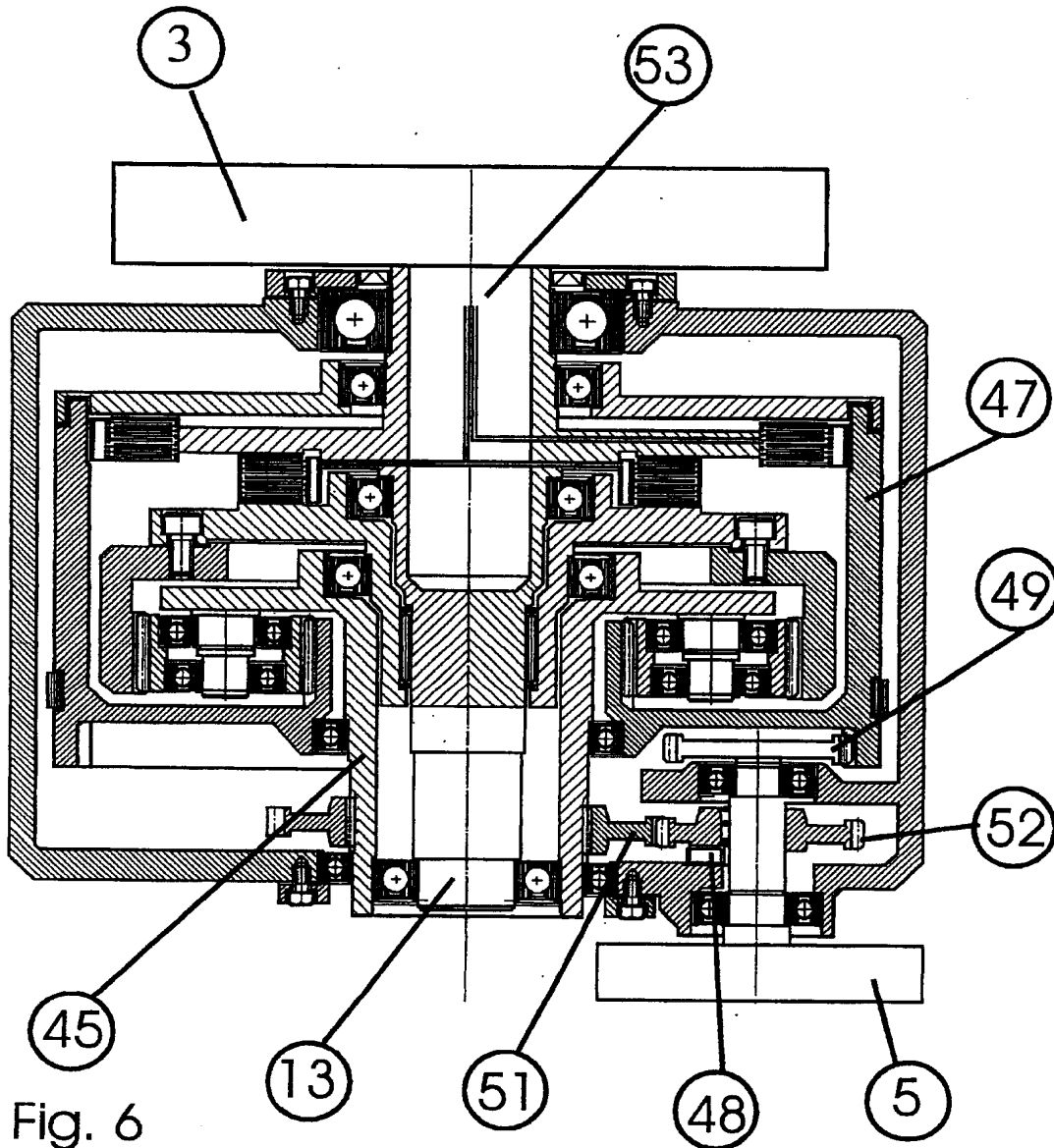


Fig. 6

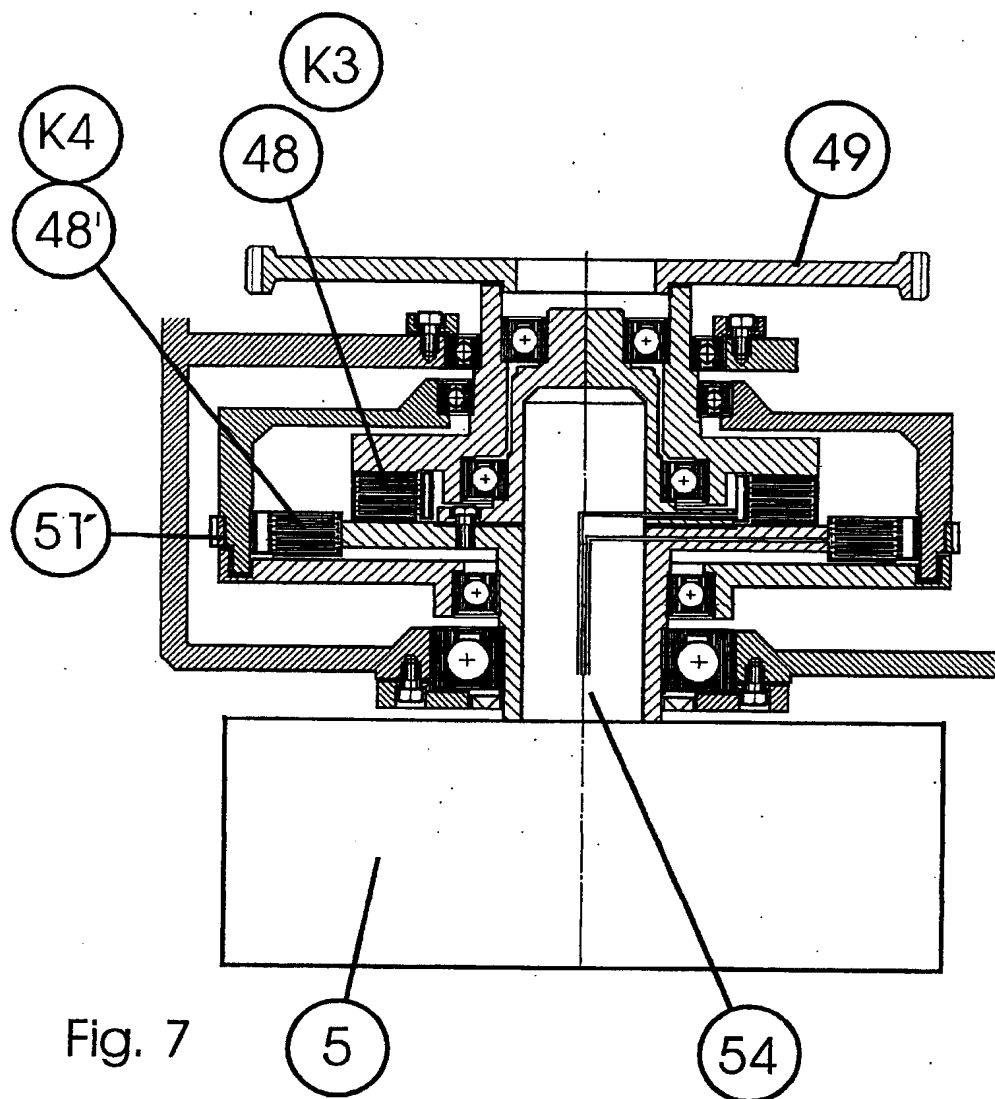


Fig. 7

## Übersicht Kraftübertragung

## Getriebeschema

- A -Kupplung A
- B -Kupplung B
- E -Kupplung E
- F -Kupplung F
- C -Brems C
- D -Brems D
- G -Brems G
- F1 -Freilauf

- ## 1 - Motor

- ## 2 - Wandler mit Überbrückungskupplung

- ### 3 - Ausgleichgetriebe

- ## 4 - Automatisches Getriebe

- ## 5 - Triebling

